



Universidad Nacional Mayor de San Marcos

Universidad del Perú. Decana de América

Facultad de Ingeniería Geológica, Minera, Metalúrgica y Geográfica

Escuela Profesional de Ingeniería Geográfica

Aplicación de modelos de localización – asignación y evaluación multicriterio para la localización de nuevas instalaciones de compañías de bomberos, en el ámbito de la Provincia Constitucional del Callao

TESIS

Para optar el Título Profesional de Ingeniero Geógrafo

AUTORES

Mijail Diodoro CARPIO SALGUERO

Sindi Sonia DIAZ RUIZ

ASESOR

Ing. José Luis QUISPE VÍLCHEZ

Lima, Perú

2021



Reconocimiento - No Comercial - Compartir Igual - Sin restricciones adicionales

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>

Usted puede distribuir, remezclar, retocar, y crear a partir del documento original de modo no comercial, siempre y cuando se dé crédito al autor del documento y se licencien las nuevas creaciones bajo las mismas condiciones. No se permite aplicar términos legales o medidas tecnológicas que restrinjan legalmente a otros a hacer cualquier cosa que permita esta licencia.

Referencia bibliográfica

Carpio, M. & Diaz, S. (2021). *Aplicación de modelos de localización – asignación y evaluación multicriterio para la localización de nuevas instalaciones de compañías de bomberos, en el ámbito de la Provincia Constitucional del Callao*. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Facultad de Ingeniería Geológica, Minera, Metalúrgica y Geográfica, Escuela Profesional de Ingeniería Geográfica]. Repositorio institucional Cybertesis UNMSM.

Hoja de metadatos complementarios

Código ORCID del autor	“ – ”
DNI o pasaporte del autor	Mijail Diodor Carpio Salguero 47202144 Sindi Sonia Diaz Ruiz 45139467
Código ORCID del asesor	0000-0002-2892-8420
DNI o pasaporte del asesor	08119070
Grupo de investigación	“ – ”
Agencia financiadora	Perú Universidad Nacional Mayor de San Marcos Facultad de Ingeniería Geológica, Minera, Metalúrgica y Geográfica E.P. Ingeniería Geográfica
Ubicación geográfica donde se desarrolló la investigación	Perú, Callao. Sus coordenadas geográficas se encuentran entre los 10° 15' de latitud Sur y los 75° 38' y 77°47' de longitud al oeste del meridiano de Greenwich.
Año o rango de años en que se realizó la investigación	2021
Disciplinas OCDE	Espacios Urbanos https://purl.org/perepo/ocde/ford#5.07.03



UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS

Universidad del Perú, DECANA DE AMÉRICA

FACULTAD DE INGENIERÍA GEOLÓGICA, MINERA, METALÚRGICA Y GEOGRÁFICA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA GEOGRÁFICA

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS PARA OPTAR TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO GEÓGRAFO

En el Salón de Grados y Títulos de la Escuela Profesional de Ingeniería Geográfica de la Facultad de Ingeniería Geológica, Minera, Metalúrgica y Geográfica de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos, el día viernes 05 de marzo del año 2021, siendo las 10:00 horas, en presencia de los Señores Docentes designados como Miembros del Jurado Calificador:

Mg. LIA ELIS CONCEPCIÓN GAMARRA
Dr. FRANCISCO ALEJANDRO ALCÁNTARA BOZA
Mg. JOSÉ JORGE ESPINOZA ECHE

Presidenta
Miembro
Miembro

Reunidos en Acto Académico Público de Sustentación de la Tesis titulada: **“APLICACIÓN DE MODELOS DE LOCALIZACIÓN - ASIGNACIÓN Y EVALUACIÓN MULTICRITERIO PARA LA LOCALIZACIÓN DE NUEVAS INSTALACIONES DE COMPAÑÍAS DE BOMBEROS, EN EL ÁMBITO DE LA PROVINCIA CONSTITUCIONAL DEL CALLAO”** Presentada por los Bachilleres **MIJAIL DIODORO CARPIO SALGUERO** y **SINDI SONIA DIAZ RUIZ**, para optar el Título Profesional de Ingeniero Geógrafo.

Expuesta la Tesis; los miembros del Jurado plantearon a los Bachilleres las preguntas pertinentes, que fueron absueltas a:

SATISFACCIÓN

Concluida la sustentación de Tesis, el Jurado procedió a evaluar y calificar la calidad y sustentación en secreto, cuyo calificativo fue:

DIECISIETE (17), APROBADO CON MENCIÓN HONROSA

Habiendo sido aprobada la Sustentación de la Tesis por el Jurado Calificador, el Presidente del Jurado recomienda que la Facultad de Ingeniería Geológica, Minera, Metalúrgica y Geográfica, otorgue el TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO GEÓGRAFO, a Don **MIJAIL DIODORO CARPIO SALGUERO** y **SINDI SONIA DIAZ RUIZ**.

Siendo las.....**11:45**..... horas, se dio por concluido el acto académico, expidiéndose cinco (05) Actas Originales de la Sustentación de Tesis, firmadas por el Jurado Calificador.

Lima, 05 de marzo del 2021

Mg. LIA ELIS CONCEPCIÓN GAMARRA
PRESIDENTA

Dr. FRANCISCO ALEJANDRO ALCÁNTARA BOZA
MIEMBRO

Mg. JOSÉ JORGE ESPINOZA ECHE
MIEMBRO

Ing. JOSÉ LUIS QUISPE VÉLCHEZ
ASESOR DE TESIS

DEDICATORIA

A mis padres Lucila y Cleto, por hacer de mí una gran persona.

A mis padrinos Andreé y Diodoro, por su afecto y cariño incondicional.

Y a mi hermano Hans, que a pesar de su ausencia física, siempre está presente.

Mijail Carpio

A Dios, por siempre guiar mi camino.

A mis padres Jorge y Sonia, por su infinito amor.

A mi hermana Dánae, por ser mi alma gemela.

A mis padrinos Rosa y Humberto, por ser mi inspiración.

Y a mi amado esposo Rigo, por su apoyo y amor incondicional.

Sindi Diaz

AGRADECIMIENTOS

Al Señor Gobernador de la Región Callao, por su gran apoyo y colaboración en el suministro de información cartográfica referencial de toda la región Callao, que por medio de la Ing. Margot Goñi Miranda y del Ing. Juan Larico Pari, facilitaron la disponibilidad de recursos para el desarrollo de la presente investigación.

Al Señor Brigadier General del Cuerpo General de Bomberos Voluntarios del Perú, que por medio del Dr. Enrique Bustamante, brindo las facilidades para el uso de la información del reporte diario de emergencias, para el desarrollo de la presente investigación.

Al Ingeniero José Luis Quispe Vélchez, por su experiencia y orientación brindada en temas relacionados a aplicaciones de sistemas de información geográfica, y asimismo por su compromiso como asesor de esta tesis investigación.

A nuestros compañeros y amigos Edgar Larico, Yahaira Jara, Esteffany Arango, por su colaboración y apoyo.

A todas aquellas personas, que contribuyeron de manera directa o indirecta durante el desarrollo de la investigación, a través de su apoyo tanto en procesos administrativos como en procesos técnico-científicos.

ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA	2
AGRADECIMIENTOS.....	4
ÍNDICE GENERAL	5
LISTA DE FIGURAS	8
LISTA DE CUADROS.....	11
LISTA DE MAPAS	14
LISTA DE FOTOS	16
LISTA DE SIGLAS Y ACRÓNIMOS	17
RESUMEN	18
ABSTRACT	20
CAPÍTULO I	22
INTRODUCCIÓN	22
1.1. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	24
1.1.1. Problema General	24
1.1.2. Problemas Específicos.....	24
1.2. OBJETIVOS	24
1.2.1. Objetivo General	24
1.2.2. Objetivos Específicos	25
1.3. HIPÓTESIS	25

1.3.1.	<i>Hipótesis General</i>	25
1.3.2.	<i>Hipótesis Específicas</i>	25
1.4.	IDENTIFICACIÓN DE VARIABLES	26
1.4.1.	<i>Variable Independiente y Dependiente General</i>	26
1.4.2.	<i>Variables Independientes y Dependientes Específicos</i>	27
1.5.	JUSTIFICACIÓN.....	28
1.5.1.	<i>Justificación Legal</i>	28
1.5.2.	<i>Justificación Geográfica</i>	28
1.5.3.	<i>Justificación Sociocultural</i>	28
1.6.	LIMITACIONES	28
CAPÍTULO II		30
MARCO TEORICO.....		30
2.1.	ANTECEDENTES	30
2.1.1.	<i>Antecedentes Internacionales</i>	30
2.1.2.	<i>Antecedentes Nacionales</i>	32
2.2.	MARCO TEÓRICO	33
2.2.1.	<i>Sistemas de Información Geográfica (SIG)</i>	33
2.2.2.	<i>Análisis Espacial</i>	36
2.2.3.	<i>Análisis de Redes</i>	38
2.2.4.	<i>Modelos de Asignación y Localización</i>	39
2.2.5.	<i>Evaluación Multicriterio</i>	43
2.2.6.	<i>Emergencias</i>	44
2.3.	MARCO LEGAL	56
2.3.1.	<i>Normativa Internacional</i>	56
2.3.2.	<i>Normativa Nacional</i>	58
CAPÍTULO III		61
AREA DE ESTUDIO		61

3.1.	ÁREA DE ESTUDIO	61
3.1.1.	<i>Características Generales</i>	61
3.1.2.	<i>Características Demográficas</i>	79
3.1.3.	<i>Características Sociales</i>	83
3.1.4.	<i>Características de la Vivienda</i>	88
3.1.5.	<i>Seguridad Pública: Equipamiento Urbano y Atención a Emergencias Urbana</i>	93
CAPÍTULO IV		113
METODOLOGIA		113
4.1.	METODOLOGÍA	113
4.1.1.	<i>Etapa I: Recopilación y Análisis de Información</i>	117
4.1.2.	<i>Etapa II: Modelamiento de Información</i>	138
4.1.3.	<i>Etapa III: Análisis y Resultados</i>	168
CAPÍTULO V		187
RESULTADOS		187
5.1.	PRUEBA DE HIPÓTESIS	192
5.2.	DISCUSIÓN DE HIPÓTESIS	193
5.2.1.	<i>Hipótesis General</i>	193
5.2.2.	<i>Hipótesis Específicas</i>	194
5.3.	DISCUSIÓN DE RESULTADOS	196
CONCLUSIONES		197
RECOMENDACIONES		200
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS		203
ANEXOS		206
ANEXO DE MAPAS		206

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Población Proyectada y Tasa de Crecimiento Anual (2008-2015).....	80
Figura 2. Población Proyectada Según Distritos (2015)	80
Figura 3. Pirámide Poblacional (2007 – 2015)	81
Figura 4. Nacimientos Inscritos Según Distrito de Residencia Habitual de la Madre (2014)	82
Figura 5. Defunciones Inscritas Según Distrito de Residencia Habitual del Fallecido/a (2014)	83
Figura 6. Población con Seguro de Salud (2007-2015)	84
Figura 7. Población con Seguro de Salud Según Distritos (2012-2013).....	84
Figura 8. Porcentaje de Viviendas Ocupadas por Tipo de Viviendas (2013)	88
Figura 9. Porcentaje de Viviendas Ocupadas por Tenencia de la Vivienda (2013)	89
Figura 10. Red de Emergencias – Ambulancias DIRESA Callao (2012).....	97
Figura 11. Evolución de Emergencias Atendidas a Nivel Lima, Callao e Ica (1992 - 2018)	106
Figura 12. Porcentaje por Emergencias Atendidas	107
Figura 13. Evolución de Emergencias Atendidas a Nivel Callao por Distritos (2010 - 2018)	108
Figura 14. Cantidades Promedio de Emergencias Atendidas por Distritos.....	109
Figura 15. Porcentaje de Emergencias Atendidas por Distritos	110
Figura 16. Clasificación por Tipo de Emergencia Atendida.....	111

Figura 17. Clasificación por Tipo de Emergencia Atendida.....	112
Figura 18. Esquema Metodológico	116
Figura 19. Visualización del Reporte Diario de Emergencias Diarias Atendidas del CGBVP	128
Figura 20. Visualización de Emergencias Atendidas Geolocalizadas (2015) en ArcGIS	129
Figura 21. Edición cartográfica de las entidades poligonales en ArcGIS	131
Figura 22. Verificación de las entidades poligonales en ArcGIS.....	131
Figura 23. Edición cartográfica de entidades lineales en ArcGIS	133
Figura 24. Edición cartográfica de entidades lineales: Caso Intercambio Vial	134
Figura 25. Edición cartográfica de entidades lineales: Caso Ovalo Saloom	135
Figura 26. Edición cartográfica de entidades lineales: Caso Ovalo Garibaldi.....	135
Figura 27. Edición cartográfica de entidades lineales: Caso Puente Av. Faucett con Av. Morales Duarez.....	136
Figura 28. Edición cartográfica de entidades lineales: Caso Cruce Av. Faucett con Av. Santa Callao.....	137
Figura 29. Esquema de una Geodatabase	138
Figura 30. Visualización de Información Vial de ArcGIS Online – Sector Callao Sur..	141
Figura 31. Visualización de Información Vial de ArcGIS Online – Sector Callao Centro	142
Figura 32. Visualización de Información Vial de ArcGIS Online – Sector Callao Norte	142
Figura 33. Esquema de Trabajo de LAFD.....	147

Figura 34. Análisis del Área de Servicio para Tiempo de Respuesta de 8 Min por Horarios de Evaluación.....	153
Figura 35. Análisis del Área de Servicio para Tiempo de Respuesta de 15 Min por Horarios de Evaluación	155
Figura 36. Análisis Comparativo de Áreas de Servicio Parciales.....	192

LISTA DE CUADROS

Cuadro 1. Clases de Modelos	42
Cuadro 2. Creación de Distritos de la Provincia Constitucional del Callao.....	62
Cuadro 3. Cuadro Resumen del Uso Actual del Suelo de la Provincia Constitucional del Callao	66
Cuadro 4. Uso Actual del Suelo en el distrito Callao Cercado.....	68
Cuadro 5. Uso Actual del Suelo en el distrito de Bellavista.....	70
Cuadro 6. Uso Actual en el distrito de Carmen de la Legua	72
Cuadro 7. Uso Actual en el distrito de La Perla.....	74
Cuadro 8. Uso Actual en el distrito de La Punta	76
Cuadro 9. Uso Actual en el distrito de Ventanilla.....	78
Cuadro 10. Población Censada, Omitida y Total (Censos 1940 – 2007)	79
Cuadro 11. Población Censada: Por Grandes Grupos de Edades (2015)	82
Cuadro 12. Población con Seguro de Saludo Por Tipo de Seguro y Cantidad (2012-2013)	85
Cuadro 13. Población con Alguna Discapacidad Según Grupos de Edad (2012-2013)	86
Cuadro 14. Población con Alguna Discapacidad por Distritos (2012-2013).....	87
Cuadro 15. Viviendas Ocupadas Por Material Predominante en Exteriores Según Distritos (2013).....	89
Cuadro 16. Viviendas Ocupadas Por Material Predominante en el Piso Según Distritos (2013)	90

Cuadro 17. Viviendas Ocupadas Por Material Predominante en los Techos Según Distritos (2013).....	91
Cuadro 18. Matriz de vulnerabilidad ante incendios urbanos según el material predominante de la vivienda.....	92
Cuadro 19. Redes y Microredes de Salud (MINSA)	93
Cuadro 20. Establecimientos de Salud del Callao	94
Cuadro 21. Relación de Unidades Vehiculares de Atención a Emergencias del Callao (2012)	96
Cuadro 22. Compañías de Bomberos del Callao.....	101
Cuadro 23. Enfoque de Beneficios del uso de un SIG/GIS.....	114
Cuadro 24. Relación de Información Recopilada.....	117
Cuadro 25. Relación de Compañías de Bomberos en el Callao	119
Cuadro 26. Relación de Establecimientos de Salud en el Callao	122
Cuadro 27. Simbología de Emergencias Atendidas	130
Cuadro 28. Estándares NFPA de Tiempo de Respuesta	150
Cuadro 29. Tiempo de Respuesta Experimental	151
Cuadro 30. Áreas de Servicio con Tiempo de Respuesta de 8 Min	152
Cuadro 31. Áreas de Servicio con Tiempo de Respuesta de 15 Min	154
Cuadro 32. Criterios de Evaluación para la Selección de Áreas Candidatas.....	170
Cuadro 33. Evaluación Actual de la Red de Cía. de Bomberos en la Región Callao ..	171
Cuadro 34. Selección de Áreas Candidatas	172
Cuadro 35. Resultados de la Aplicación del Modelo de Máxima Cobertura (Modelo 1)	178

Cuadro 36. Resultados de la Aplicación del Modelo de Máxima Asistencia (Modelo 2)	180
Cuadro 37. Cálculo de Demanda Potencial de Áreas Candidatas para Modelo 1	182
Cuadro 38. Cálculo de Demanda Potencial de Áreas Candidatas para Modelo 2	183
Cuadro 39. Selección final de Áreas Candidatas.....	186
Cuadro 40. Relación de Compañías para la Propuesta de la Red Regional de Cía. de Bomberos.....	188
Cuadro 41. Análisis de Áreas de Servicio Totales	193

LISTA DE MAPAS

Mapa 1. Ubicación de la Provincia Constitucional del Callao	63
Mapa 2. Zonificación Urbana del Distrito de Callao Cercado	67
Mapa 3. Zonificación Urbana del Distrito de Bellavista	69
Mapa 4. Zonificación Urbana del Distrito de Carmen de la Legua.....	71
Mapa 5. Zonificación Urbana del Distrito de La Perla	73
Mapa 6. Zonificación Urbana del Distrito de La Punta	75
Mapa 7. Zonificación Urbana del Distrito de Ventanilla	77
Mapa 8. Distribución de Redes y Microredes de Salud del Callao	98
Mapa 9. Ubicación de los Establecimientos de Salud del Callao.....	99
Mapa 10. Ubicación de las Compañías de Bomberos del Callao	102
Mapa 11. Sistema Vial Provincial del Callao	140
Mapa 12. Sistema Regional de Redes Viales	146
Mapa 13. Áreas de Servicio de las Compañías de Bomberos para 8 Minutos.....	156
Mapa 14. Áreas de Servicio de las Compañías de Bomberos para 8 y 15 Minutos	157
Mapa 15. Distribución de Emergencias Atendidas – Año 2015.....	159
Mapa 16. Distribución de Emergencias Atendidas – Año 2016.....	160
Mapa 17. Distribución de Emergencias Atendidas – Año 2017.....	161
Mapa 18. Distribución de Emergencias Atendidas – Resumen Total.....	162
Mapa 19. Análisis de Proximidad de Emergencias Urbanas	163
Mapa 20. Análisis de Puntos Críticos	166

Mapa 21. Zonas Críticas de Emergencias Urbanas	167
Mapa 22. Ubicación de Lugares Candidatos	176
Mapa 23. Modelo de Localización y Asignación: Máxima Cobertura	179
Mapa 24. Modelo de Localización y Asignación: Máxima Asistencia.....	181
Mapa 25. Propuesta de Red de Compañías de Bomberos en la Provincia Constitucional del Callao	190
Mapa 26. Mapa de Nuevas Áreas de Servicio para 8 min y 15 min	191

LISTA DE FOTOS

Foto 1. Incendio código 0	45
Foto 2. Incendio código 1	46
Foto 3. Incendio código 2 ocurrido en una galería en La Victoria, mayo 2016	46
Foto 4. Incendio industrial código 3 ocurrido en el Callao, junio 2017	47
Foto 5. Incendio código 4 en Galería Nicolini en el Cercado de Lima, junio 2017	47
Foto 6. Autobomba del CGBVP	50
Foto 7. Cisternas del CGBVP	51
Foto 8. Unidad con Escala Telescópica del CGBVP	52
Foto 9. Unidad de Rescate del CGBVP	53
Foto 10. Ambulancia del CGBVP	54
Foto 11. Unidades de Control de Incendios Forestales	55
Foto 12. Unidad Auxiliar del CGBVP	56
Foto 13. Ubicación de Compañías de Bomberos en Google Earth	121
Foto 14. Ubicación de Establecimientos de Salud en Google Earth	125
Foto 15. Ubicación de Hidrantes de Agua en Google Earth	126

LISTA DE SIGLAS Y ACRÓNIMOS

CAD: Computer-Aided Design

CGBVP: Cuerpo General de Bomberos Voluntarios del Perú

COER: Centro de Operaciones de Emergencias Regional

DNDT: Dirección Nacional de Demarcación Territorial

ESRI: Environmental Systems Research Institute

EMS: Emergency Medical Service

GIS: Geographical Information System (Acrónimo en inglés de SIG)

IGN: Instituto Geográfico Nacional

INDECI: Instituto Nacional de Defensa Civil

INEI: Instituto Nacional de Estadística e Informática

KML: Keyhole Markup Language

NAPSG: National Alliance for Public Safety GIS

NFPA: National Fire Protection Association

OHSAS: Occupational Health and Safety Assessment Series

PCM: Presidencia de Consejo de Ministros

SBN: Superintendencia Nacional de Bienes Estatales

SEDAPAL: Servicio de Agua Potable y Alcantarillado de Lima

SIG: Sistema de Información Geográfica

SINPAD: Sistema de Información Nacional para la Respuesta y Rehabilitación

USAID: United States Agency for International Development

RESUMEN

La adecuada administración de los servicios públicos, como es el caso del servicio público de bomberos, es muy importante en el desarrollo de una comunidad. Las compañías de bomberos participan en las acciones de primera respuesta para la atención a emergencias urbanas de origen natural o antrópico, de acuerdo con los lineamientos del Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres y el Sistema Nacional de Seguridad Ciudadana. Sin embargo, a nivel nacional las compañías de bomberos ocupan espacios poco adecuados para el desarrollo de sus tareas de primera respuesta a emergencias urbanas, sin considerar criterios como el acceso a las vías de acceso rápido, la proximidad a centros de salud y la ubicación de las emergencias urbanas, entre otros.

Actualmente, la Región Callao posee una red de compañías de bomberos conformada por 12 compañías de bomberos, destinadas a brindar servicio a 7 distritos (Callao, Bellavista, Carmen de la Legua, La Perla, La Punta, Ventanilla y Mi Perú). Sin embargo, estas compañías de bomberos no cuentan con una adecuada distribución geográfica en la región, lo que dificulta las tareas de primera respuesta para la atención de emergencias urbanas. Además, de no contar con los recursos suficientes ni el equipamiento necesario para brindar dicha labor.

De acuerdo con esta problemática geográfica actual del ámbito regional, se plantea dar solución a ella con la aplicación de los sistemas de información geográfica dentro del ámbito urbano de la Región Callao, con la finalidad de ubicar espacios óptimos para el establecimiento de nuevas compañías de bomberos y así fortalecer la adecuada toma de decisiones de las acciones de primera respuesta a emergencias de la actual red de compañías de bomberos de la región.

Por ello, esta investigación podrá contribuir al establecimiento de una red regional de compañías de bomberos, la cual considere criterios de evaluación para la localización de los espacios geográficos idóneos y así dirigir óptimamente las acciones de primera respuesta durante la atención de las emergencias urbanas en la Región Callao.

Palabras Claves: GIS, Modelos de Localización y Asignación, Gestión de Emergencias, Compañías de Bomberos.

ABSTRACT

The administration of public services, as the public fire service, is very important in the development of a community. Firefighting companies participate in first response actions to attend to urban emergencies of natural or man-made origin, in accordance with the guidelines of the National Disaster Risk Management System and the National Public Safety System. However, fire companies often occupy spaces that are not suitable for the development of their first response tasks to urban emergencies, without considering criteria such as access to rapid access roads, proximity to health centers and the location of facilities. urban emergencies, among others.

Currently, the Callao Region has a network of fire companies made up of 12 fire companies, destined to provide service to 7 districts (Callao, Bellavista, Carmen de la Legua, La Perla, La Punta, Ventanilla and Mi Perú). However, these fire companies do not have an adequate geographic distribution in the region, which makes first response tasks difficult for urban emergencies. In addition, they do not have sufficient resources or the necessary equipment to provide this work.

In accordance with this current geographical problem at the regional level, it is proposed to solve it with the application of geographic information systems within the urban area of the Callao Region, in order to locate optimal spaces for the establishment of new fire companies and thus strengthen the adequate decision-making of the actions of first response to emergencies of the current network of fire companies in the region.

For this reason, this research may contribute to the establishment of a regional network of firefighting companies, which considers evaluation criteria for the location of the ideal geographic spaces and thus optimally direct the first response actions during the attention of urban emergencies in the Callao region.

Keywords: GIS, Location and Assignment Models, Emergency Management, Fire Companies.

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

La presente investigación se refiere al tema de la aplicación de los sistemas de información geográfica en ámbitos territoriales urbanos, que se define como la utilización de metodologías, procedimientos y procesos de tratamiento y modelamiento de la información geográfica, que permiten el análisis y la evaluación de la problemática de sus componentes urbanos, en el ámbito territorial local y regional.

La característica principal de esta investigación es la gestión de la información geográfica de las emergencias urbanas regionales y su relación con la distribución actual de las compañías de bomberos, del ámbito de la Provincia Constitucional del Callao.

Para analizar esta problemática es necesario mencionar sus causas, una de ellas es la falta de planificación territorial, se entiende por planificación territorial al proceso de sistemático de desarrollo e implementación de planes estratégicos, con un enfoque interdisciplinario, cuyo objetivo es el desarrollo sostenible del ámbito territorial.

La investigación de esta problemática espacial se realizó por el interés de conocer el comportamiento de las emergencias urbanas regionales, a fin de poder analizar su distribución espacial y su relación con la red actual de compañías de bomberos. Esto

permitió identificar las relaciones entre la distribución espacial de las emergencias urbanas regionales y la red actual de compañías de bomberos.

Por otra parte, analizar e identificar la problemática de esta relación espacial desde la perspectiva de la ingeniería geográfica, fue un interés académico. Asimismo, nos interesamos en aportar metodologías, procesos y procedimientos sobre esta problemática espacial.

En el marco metodológico, esta investigación busca proponer una metodología innovadora, para la utilización de los sistemas de información geográfica, la aplicación de los modelos de localización – asignación, la evaluación multicriterio y los parámetros de la normatividad internacional referente a la atención de emergencias urbanas.

En el capítulo I se realiza el planteamiento del problema, la justificación, los objetivos, la importancia y la formulación de la hipótesis.

En el capítulo II se realiza la revisión de antecedentes nacionales e internacionales, el desarrollo del marco teórico y marco legal.

En el capítulo III se desarrolla la caracterización del área de estudio, concretamente de la Provincia Constitucional del Callao.

En el capítulo IV se realiza el desarrollo de la metodología utilizada en esta investigación, conformada por la Etapa I – Recopilación y análisis de información, Etapa II – Modelamiento de Información y Etapa III – Análisis y Resultados.

1.1. Formulación Del Problema

1.1.1. Problema General

¿De qué manera la aplicación de modelos de localización - asignación y evaluación multicriterio influye en la localización de nuevas instalaciones de compañías de bomberos, en los distritos Bellavista, Callao Cercado, Carmen de la Legua, La Perla, La Punta, Ventanilla y Mi Perú?

1.1.2. Problemas Específicos

1. ¿De qué manera el establecimiento de los criterios de evaluación aporta en la selección de áreas candidatas más aptas para compañías de bomberos?
2. ¿De qué manera la aplicación de los modelos de localización y asignación y la evaluación multicriterio aporta en la identificación de las áreas candidatas más aptas para compañías de bomberos?
3. ¿De qué manera los resultados de la aplicación de los modelos de localización y asignación y la evaluación multicriterio aportan en el diseño de la propuesta de red regional de compañías de bomberos?

1.2. Objetivos

1.2.1. Objetivo General

Localizar nuevas instalaciones de compañías de bomberos en los distritos Bellavista, Callao Cercado, Carmen de la Legua, La Perla, La Punta, Ventanilla y Mi Perú; mediante la aplicación de modelos de localización – asignación y evaluación multicriterio.

1.2.2. *Objetivos Específicos*

1. Establecer los criterios de evaluación para la selección de las áreas candidatas más aptas para compañías de bomberos.
2. Identificar las áreas candidatas más aptas para compañías de bomberos mediante de la aplicación de los modelos de localización y asignación y la evaluación multicriterio.
3. Diseñar la propuesta de red regional de compañías de bomberos a partir de los resultados de la aplicación de los modelos de localización y asignación y la evaluación multicriterio.

1.3. Hipótesis

1.3.1. *Hipótesis General*

Mediante la aplicación de los modelos de localización – asignación y evaluación multicriterio se puede realizar la localización de nuevas instalaciones para las compañías de bomberos en los distritos de Bellavista, Callao Cercado, Carmen de la Legua, La Perla, La Punta, Ventanilla y Mi Perú.

1.3.2. *Hipótesis Específicas*

1. El establecimiento de los criterios de evaluación aporta positivamente en la selección de las áreas candidatas más aptas para compañías de bomberos.
2. La aplicación de los modelos de localización y asignación y la evaluación multicriterio aporta de manera positiva en la identificación de las áreas candidatas más aptas para compañías de bomberos.

3. Los resultados de la aplicación de los modelos de localización y asignación y la evaluación multicriterio aportan favorablemente en el diseño de la propuesta de red regional de compañías de bomberos.

1.4. Identificación de Variables

1.4.1. Variable Independiente y Dependiente General

Variable Independiente General: Aplicación de Modelos de Localización y Asignación y Evaluación Multicriterio.

Indicadores:

1. Georreferenciación.
2. Acondicionamiento de la Información Geográfica.
3. Análisis Espacial.
4. Análisis de Redes.
5. Criterios de Evaluación.
6. Evaluación Multicriterio.
7. Modelos de Localización y Asignación.

Variable Dependiente General: Localización de nuevas instalaciones de compañías de bomberos.

Indicadores:

1. Ubicación de emergencias urbanas.
2. Ubicación de la red actual de compañías de bomberos.

3. Red regional vial.
4. Ubicación de hidrantes de Agua.
5. Ubicación de centros de salud.
6. Zonificación Económica y Ecológica.
7. Ubicación de bienes estatales.
8. Extensión del área perimetral de la compañía de bomberos.
9. Zonas de riesgo por impacto de ola de tsunami.

1.4.2. Variables Independientes y Dependientes Específicas

Variable Independiente Especifica 1: Establecer los criterios de evaluación.

Variable Dependiente Especifica 1: Selección de las áreas candidatas más aptas para compañías de bomberos.

Variable Independiente Especifica 2: Aplicación de los modelos de localización y asignación y la evaluación multicriterio.

Variable Dependiente Especifica 2: Identificar las áreas candidatas más aptas para compañías de bomberos.

Variable Independiente Especifica 3: Resultados de la aplicación de los modelos de localización y asignación y la evaluación multicriterio.

Variable Dependiente Especifica 3: Diseñar la propuesta de red regional de compañías de bomberos.

1.5. Justificación

1.5.1. Justificación Legal

La propuesta metodológica contiene parámetros normativos nacionales e internacionales, los cuales rigen los tiempos estimados para el servicio de las compañías de bomberos, el tiempo de respuesta para la atención de emergencias, etc.

1.5.2. Justificación Geográfica

La propuesta metodológica resuelve la localización adecuada para la instalación de una compañía de bomberos utilizando criterios geográficos, considerando los tiempos de viaje en la red vial, la localización de las emergencias y la proximidad a equipamientos urbanos de la comunidad, etc.

1.5.3. Justificación Sociocultural

La propuesta metodológica beneficia la labor de las compañías de bomberos, así como de la población beneficiaria de sus servicios. Creando así un centro activo de prevención frente a cualquier tipo de emergencias urbanas, siendo la más importante, la atención a emergencias producidas por incendios urbanos.

1.6. Limitaciones

Las limitaciones identificadas para el desarrollo de esta investigación fueron:

1. Durante la etapa de la recopilación de la información, se tuvo limitaciones en el acceso a la información de la base de datos del registro de llamadas de la central de llamadas de emergencia del Cuerpo General de Bomberos Voluntarios del Perú. Además, el Cuerpo General de Bomberos Voluntarios del Perú no cuenta con normativa oficial sobre la temática de la investigación.

2. Durante la etapa de modelamiento de la información, se tuvo la limitación del uso del software licenciado ArcGIS, por ello, se utilizó la licencia tipo estudiantil para el desarrollo de la investigación, la cual te brinda 30 días de prueba para el uso de todas las herramientas de análisis de redes.
3. Durante la etapa de análisis de resultados, se tuvo la limitación de no poder contar con otras experiencias de la aplicación de los modelos de aplicación de localización - asignación en ámbitos territoriales urbanos densos; sin embargo, la experiencia empírica sobre la atención diaria de emergencias urbanas del Cuerpo General de Bomberos del Perú aportó con el tiempo promedio de atención a las emergencias urbanas, permitiendo la selección final de las compañías de bomberos.

CAPÍTULO II

MARCO TEORICO

2.1. Antecedentes

Durante los últimos años, se han elaborado diferentes estudios caso sobre la aplicación de los sistemas de información geográfica a problemas de seguridad pública, como es el caso del servicio de atención a emergencias de las compañías de bomberos.

2.1.1. *Antecedentes Internacionales*

A la fecha se han desarrollado múltiples estudios internacionales en temas de aplicaciones de los sistemas de información geográfica a entornos urbanos, promoviendo la política de seguridad pública, a continuación, destacan los siguientes estudios e informes:

1. El Municipio de Uxbrigde, en Ontario – Canadá (2009), en el estudio de “Localización de Estaciones de Bomberos” se determina el potencial de nuevas locaciones, considerando las variables de tamaño del terreno, acceso a redes viales, uso actual de suelos, área de servicio, condiciones de transporte, proximidad a zonas de riesgo, proximidad al centro de la ciudad y todas ellas valoradas dentro de un sistema de información geográfica optimizado, además de usar el código internacional NFPA

1720 para establecer los tiempos de respuesta, la NFPA 1720 es una norma internacionalmente reconocida aplicable a los servicios de atención de emergencias.

2. El Departamento de Bomberos y Rescate de la ciudad de Lincoln, en Nebraska - EE. UU. (2012), en el estudio de “Optimización de Estaciones de Bomberos” resalta el mejoramiento de la eficiencia del servicio de atención de emergencias, con el uso de los sistemas de información geográfica. Desarrollando tres opciones para un replanteo de ubicación como también la instalación de nuevas compañías de bomberos, considerando ubicaciones estratégicas en toda la ciudad, que permitan una rápida, eficaz y eficiente respuesta, este estudio utiliza los códigos internacionales NFPA 1221 y NFPA 1710 para establecer los tiempos del servicio de respuesta, desde la realización de la llamada hasta la atención de esta misma.
3. El Departamento de Bomberos de la ciudad de Wilmington, en Delaware - EE. UU (2012) en el estudio de “Sistemas de Información Geográfica, Atención de Incendios y Emergencias Médicas, Análisis de capacidades de Respuesta” evalúa la eficiencia del Departamento de Bomberos de Wilmington en materia de cumplimiento de los códigos internacionales NFPA 1500, NFPA 1710 y OHSAS. De la misma manera, establece escenarios de emergencias considerando el tiempo de respuesta, unidades de rescate y personal de asistencia modelado dentro de un sistema de información geográfica.
4. El Departamento de bomberos del Condado de Arlington, en Virginia – EE. UU. (2012), en el reporte final de “Crecimiento Poblacional, Valoración del Riesgo y Estudio de Localización de Estaciones de Bomberos” estima la eficiencia del servicio de cobertura de atención de incendios y emergencias médicas, evaluando los

parámetros del código internacional NFPA 1710, resalta que toda área tiene diferentes necesidades de protección contra incendios.

2.1.2. Antecedentes Nacionales

Actualmente, en el Perú no existen investigaciones relacionadas a la aplicación de modelos de localización y asignación para la identificación de lugares óptimos para servicios públicos, tales como, comisarias, compañías de bomberos, postas médicas, etc. Sin embargo, se identificó el siguiente documento de referencia nacional relacionado al uso de los sistemas de información geográfica aplicado a los servicios públicos como el Cuerpo General de Bomberos Voluntarios del Perú (CGBVP). A continuación, se detalla el documento en mención:

1. La Intendencia Nacional de Bomberos del Perú (INBP), en Lima - Perú (2019), en el reporte de investigación y gestión de la información de “Incendios Industriales: Emergencias Atendidas por el CGBVP en Lima Metropolitana 2008 - 2018” estima la densidad espacial de los incendios industriales reportados en el periodo 2008 – 2018 en Lima Metropolitana mediante la aplicación del algoritmo kernel en el software GIS Quantum GIS.

2.2. Marco Teórico

2.2.1. *Sistemas de Información Geográfica (SIG)*

Michel Zeiler (1999) define los sistemas de información geográfica (SIG o GIS, acrónimo en inglés “Geographical Information Systems”), como una combinación de los siguientes elementos: El recurso humano, la información geográfica, el análisis, los métodos y los componentes informáticos, así como el software y el hardware, que organizados pueden automatizar y administrar la información geográfica.

Asimismo, el Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC) considera a un SIG como “un conjunto de metodologías, procedimientos y programas informáticos diseñados para manejar información geográfica”, en un entorno donde se busca dar soluciones a problemas geográficos. También, el Instituto Geográfico Nacional de España (IGN España) considera a un SIG como “el resultado de la aplicación de las llamadas tecnologías de la información a la gestión de la información geográfica” y finalmente en el territorio nacional, el Instituto del Mar del Perú (IMARPE) lo considera como “la herramienta esencial en el análisis de los fenómenos donde lo espacial es relevante”.

Gutiérrez y Gould (1994) menciona que todas las definiciones de SIG tienen una característica común: Tratar con información geográfica. Los SIG cumplen un rol fundamental en la gestión de base de datos geográfica, porque permite administrar de manera gráfica y alfanumérica la información geográfica de los recursos naturales, población, clima, y otras variables medioambientales de un área geográfica. Además, dentro de entornos poco convencionales como el marketing de una cafetería, la demanda de crímenes de una ciudad, la atención de emergencias en hospitales o el

seguimiento en tiempo real de especies marinas en periodo de migración, puede resultar muy interesante e innovador como es el comportamiento de un SIG, al momento de desarrollar una solución ante un problema o una necesidad.

Según varios autores los componentes principales de un SIG son: el recurso humano, el software, el hardware, la información geográfica y los métodos y procedimientos. Michel Zeiler (1999) define que el recurso humano como la representación del factor hombre, que se relacionan desde el programador que construyó el software SIG hasta los usuarios que utilizan los mapas producto de la representación de la información geográfica. Asimismo, las fuentes de información geográfica de un SIG son muy diversas, por ejemplo, una fotografía aérea, una imagen satelital o un conjunto de líneas que representan un terreno. De la misma manera, los métodos y procedimientos son basados en experiencias humanas para investigar variables geográficas, como las funciones de análisis dentro de un contexto geográfico, los conocimientos cartográficos, la aplicación de algoritmos para la solución de problemas geográficos y procedimientos de calidad, que permitan resultados precisos, consistentes y correctos. El componente Hardware es esencial para el desarrollo de las tareas de un SIG, juntamente con el avance tecnológico y el uso del Sistema de Posicionamiento Global (GPS). Finalmente, el componente Software es la clave de todo SIG, el cual se encarga de administrar toda la información geográfica y sus relaciones entre sí, como también cumplir con el almacenamiento de esta información, la producción de mapas y otras tareas analíticas.

El Instituto de Investigación de Sistemas Ambientales o “Environmental Systems Research Institute” (ESRI), define el flujo de trabajo de un SIG en cuatro etapas, a continuación, detallaremos cada una de ellas:

1. Formulación de la pregunta: Identificar cual es la necesidad o problema y dar solución a esta.
2. Modelamiento de la Solución: Identificar cuáles son los métodos o procedimientos para usar, como también cuales son los requerimientos para necesitar, es decir, que información se necesita.
3. Análisis: Aplicar el modelo de solución y observar resultados, considerando si el procedimiento pudiese ser mejorado, aplicando parámetros adicionales o utilizando otras técnicas.
4. Resultados: Observar resultados y realizar la toma de decisiones basada en la mejor solución, como también integrar resultados para construir una solución.

Además, Michel Zeiler (1999) menciona la importancia de las aplicaciones SIG y cuál es su comportamiento dentro de diversas especialidades, tales como: la agricultura, los negocios, la defensa nacional, la ecología, la conservación de especies, la energía y gas, gestión de atención a emergencias y seguridad pública, gestión ambiental, el sistema gubernamental, la educación, la minería y las geociencias, la oceanografía, zonas costeras y recursos marinos, las ciencias forestales, la salud, los bienes inmuebles, los sensores remotos y los satélites, la información demográfica, el transporte y servicios de rutas, la planificación urbana, las telecomunicaciones, la gestión de riesgos y desastres, la administración de servicios públicos, los recursos hídricos y finalmente los recursos naturales. Las SIG tienen diversas aplicaciones que brindan múltiples posibilidades para ser utilizado en diferentes campos, donde su aplicación es poca o casi nula.

2.2.2. *Análisis Espacial*

John Wiley & Sons Ltd (2005) definen al análisis espacial como un conjunto de métodos utilizados para manipular información geográfica, el cual incluye un conjunto de transformaciones, procedimientos, manipulaciones y métodos que pueden ser aplicados a la información geográfica, es decir, el análisis espacial es el proceso por el cual la información cruda se transforma en información útil, con el propósito de resolver un problema geográfico o dar una solución efectiva a un problema de toma de decisiones.

Los métodos del análisis espacial son muy diversos, y cuenta con aplicaciones en varias disciplinas como la estadística, física, geografía, matemática, etc. John Wiley & Sons Ltd (2005) refiere que los métodos del análisis espacial pueden ser muy sofisticados y también pueden ser muy simples, pueden ser altamente matemáticos y también pueden no serlo. Sin embargo, la complejidad de un método altamente matemático puede ser superada por el humano, detectando algunos patrones y anomalías. Dentro del análisis espacial, es esencial la colaboración entre el humano y la computadora (conjunto de procesos, métodos y procedimientos), debido a que ambos cumplen un rol importante.

De acuerdo a lo señalado por John Wiley & Sons Ltd (2005) las categorías del análisis espacial pueden ser inductivas, deductivas o normativas, por lo que el análisis espacial será inductivo cuando es usado para examinar evidencia empírica en la búsqueda de patrones que podrían ser el soporte de nuevas hipótesis, por otro lado, podría ser deductivo, cuando se centra en las teorías y principios refutando las pruebas y finalmente podría ser normativa, cuando es usado para desarrollar nuevas técnicas de locaciones para establecimientos, para caminos o vías, etc.

Asimismo, ESRI define la tipología del análisis espacial en seis categorías:

1. **Consultas:** Es la primera categoría de análisis espacial más básica de las operaciones de análisis espacial, en el cual el SIG se utiliza para responder preguntas sencillas planteadas por el usuario, no producen cambios en la base de datos ni producen nuevos datos.
2. **Mediciones:** Es la segunda categoría de análisis espacial que utiliza valores numéricos que describen aspectos geométricos de los datos geográficos, incluyen medición de propiedades geométricas de los objetos, tales como longitud, área, dirección o distancia entre puntos.
3. **Transformaciones:** Es la tercera categoría de análisis espacial que utiliza métodos de conversión que permiten cambiar los conjuntos de datos mediante la combinación de ellos para obtener nuevos conjuntos de datos. Las transformaciones utilizan métodos de matemática simple, reglas lógicas, e incluyen las operaciones que convierten los datos de formato ráster a formato vectorial o viceversa.
4. **Resúmenes Descriptivos:** Es la cuarta categoría de análisis espacial que captura la esencia de un conjunto de datos, por medio de uno o más números. Son el equivalente espacial de las estadísticas descriptivas de uso común en el análisis estadístico, incluyendo la media y la desviación estándar.
5. **Técnicas de Optimización:** Es la quinta categoría de análisis espacial de carácter normativo diseñada para seleccionar las locaciones ideales para objetos dados ciertos criterios bien definidos. Son ampliamente utilizados en estudios de zonas de mercado, en la industria de entrega de pedidos, etc.

6. Prueba de Hipótesis: Es la sexta categoría de análisis espacial que utiliza el proceso de razonamiento a partir de una muestra limitada de datos o información espacial, para definir la razón de una problemática espacial.

2.2.3. Análisis de Redes

El análisis de redes es un conjunto de métodos y técnicas orientadas a la resolución de problemas de redes, Karen K. Kemp (2008) define que el análisis de red consiste en un conjunto de técnicas para modelar procesos que ocurren en las redes. Por ello, una red es cualquier conjunto de vértices o nodos conectados entre sí, por ejemplo, intersecciones de carreteras, segmentos de carreteras que representan un sistema de transporte o comunicaciones.

El análisis de redes puede usar formatos ráster y vectoriales, siendo más común el uso del formato vectorial para analizar entidades lineales asociadas a una red, las cuales pueden tener tipos de características de transporte, capacidad y costo por unidad.

1. Tipos de Análisis de Redes

Dentro de los sistemas de información geográfica, los tipos de análisis de redes buscan resolver la problemática geográfica a través de una red considerando parámetros lineales y características de una red de transporte, entre otros. Rolf A. (2001) define dos importantes tipos: (1) Las técnicas de búsqueda de la ruta óptima que son usadas cuando debe encontrarse un menor costo de ruta entre dos nodos en una red, y estos nodos son llamados origen y destino. El objetivo de este tipo de análisis es encontrar una secuencia lineal que conecte el punto de origen hasta el punto de destino con el mejor costo posible. La función costo puede ser simple o compleja, tomando en cuenta

solo el peso lineal como también su capacidad, su máximo rango de transmisión, entre otras características lineales. (2) El particionamiento de una red consiste en asignar a las líneas o nodos de una red, un numero de locación que desempeñe un rol importante en el servicio de la red. Estos tipos de particionamiento son conocidos como problemas de asignación y localización.

2.2.4. Modelos de Asignación y Localización

La aplicación de modelos de asignación y localización es un método en el cual se busca dar soluciones a problemas geográficos urbanos, considerando parámetros como la oferta y la demanda, asignándolos en ubicaciones específicas para ser evaluadas y analizadas. Karen K. Kemp (2008) afirma que el modelo de localización implica el desarrollo de un modelo y un enfoque de solución, para identificar el mejor lugar para una actividad o los mejores lugares para un conjunto de actividades. Asimismo, la asignación es la tarea encargada de asignar servicios o actividades proporcionadas a las instalaciones, para satisfacer una demanda geográficamente distribuida. Por ello, los modelos de localización y asignación optimizan tanto la ubicación como la asignación de valores.

1. Tipos de problemas de localización

Para definir los tipos de problemas de localización, Karen K. Kemp (2008) considera como ejemplo ubicar en un área urbana dos establecimientos, se asume por un momento que estos dos establecimientos serán comprados por un mismo propietario, lo que será importante la localización de ambas tiendas, en la cual su área de mercado pueda estar superpuesta o no, con ello nos referimos al área de mercado supuesta como

el área de mercado en común que comparten dos o más establecimientos. Si el área de mercado tiene una superposición alta, ambas tiendas podrían competir por los mismos clientes y el potencial total de ventas para ambas tiendas sería menor comparado al potencial total de ventas en el caso que ambas tiendas tengan una localización lejana. Este ejemplo ayuda a entender la existencia de los problemas espaciales de localización, que considera la cercanía a los hogares, las calles y las avenidas principales, el potencial de clientes cercanos de un establecimiento y la distancia entre establecimientos competidores, como parte de la solución a este tipo de problemas espaciales asignando un valor estimado a una red o establecimiento de solución. El proceso de asignación es el componente diferente entre los dos tipos de problemas de red, los cuales son: (1) Localización y (2) Localización – asignación.

2. Clases de Modelos

Los modelos de asignación y localización han sido desarrollados por una variedad de necesidades, desde la localización de nuevos establecimientos de salud hasta la localización de nuevas industrias manufactureras. Al respecto Karen K. Kemp (2008) recopila en una tabla las diferentes clases de modelos. (Véase Cuadro 1)

Dentro de los más importantes modelos de localización y asignación se tienen los siguientes modelos: Modelo Corredor, Modelo Mediana, Modelo de Cobertura, Modelo Competitivo, Modelo de Dispersión, Modelo de Transporte y Modelo de localización de Establecimientos.

El modelo P-Mediana, el cual busca localizar centros de servicio donde la distancia de demanda de clientes sea mínima. J. Bosque & A. Sendra (2011) define al modelo P-

Mediana como la minimización de los costos totales de desplazamientos de la demanda a los centros de servicio, este modelo maneja dos conceptos: el número de centros de servicios y el desplazamiento total de clientes. Asimismo, ambos conceptos guardan una relación inversamente proporcional, por ejemplo, si el número de centros de servicios aumenta, aumentaría una mayor presencia de clientes en el área y por lo tanto el desplazamiento total disminuiría.

Cuadro 1. Clases de Modelos

Ítem	Clase de Modelo	Métrica Básica	Ejemplos de Modelos
1	Corredor	Impactos y costos medioambientales.	Ubicación del corredor (minimice los costos y los impactos del derecho de paso de una autopista)
2	Mediana	Distancia total de viaje o distancia promedio de servicio.	p-Median (minimice la distancia promedio recorrida por los clientes para llegar a su instalación más cercana, ubicando un conjunto de p-instalaciones)
3	Cobertura	Distancia máxima del servicio o desde la planta.	Establecer problema de ubicación de cobertura (minimice las instalaciones necesarias para cubrir toda la demanda dentro de un estándar de servicio) Problema de ubicación de cobertura máxima (maximizar la demanda atendida dentro de un estándar de servicio por la ubicación de las p-instalaciones)
4	Competitividad	Ingresos y número de clientes.	Ubicación de venta minorista (ubique una instalación para maximizar la participación de mercado con respecto a la competencia)
5	Dispersión	Distancia.	p-Dispersión (ubique las instalaciones p para maximizar la distancia entre las instalaciones o entre las instalaciones y las personas)
6	Centros, roturas de masas y puntos de transbordo	Costos de transporte con descuentos entre centros.	Ubicación de p-Hubs (ubique un sistema de hub y asigne la demanda para minimizar el costo de transporte y atender la demanda prevista)
7	Localización de Instalaciones	Transporte, inversión inmobiliaria y costos de operación.	Problemas clásicos de ubicación de la planta (minimice el costo de desarrollar instalaciones, transportar materiales y productos mientras satisface la demanda)

Fuente: Traducido de Encyclopedia of Geographic Science (2008), Location-Allocation Models (p. 265).

2.2.5. Evaluación Multicriterio

La evaluación multicriterio (MCE: Acrónimo en inglés “Multicriteria Evaluation”) permite la evaluación simultánea de varios parámetros, considerando su grado de importancia y prioridad para dar la mejor solución a una problemática. Karen K. Kemp (2008) se refiere a la evaluación multicriterio como un grupo de métodos analíticos que se encuentra en el campo del análisis de decisión multicriterio (ADMC). Dentro de los sistemas de información geográfica, la evaluación multicriterio permite que las capas de entrada de información utilizadas en las operaciones de superposición mantengan su importancia relativa en el producto final.

1. Métodos de la Evaluación Multicriterio

Los métodos usados en la MCE son muy diversos, en los cuales se incluyen a la suma lineal ponderada, el análisis de puntos ideales, la optimización de jerarquía y el análisis de concordancia o discordancia. Karen K. Kemp (2008) afirma que los métodos de la evaluación multicriterio involucran la ponderación cuantitativa o cualitativa bajo un criterio relevante, relacionado con el problema y la importancia de uno o todos sus objetivos. Cuando se aplica dentro de un marco de trabajo para un sistema de información geográfica, la elección de variables son celdas (entidades geográficas en formato ráster) y polígonos, líneas y puntos (entidades geográficas en formato vectorial), todas definidas dentro del sistema de información geográfica. El criterio de la elección de variables y su importancia relativa o prioridad dentro de la evaluación multicriterio son propios de los usuarios, ellos elegirán la mejor forma que refleje o entienda el problema, considerando su importancia dentro de él.

2.2.6. Emergencias

Las definiciones relacionadas a temas de emergencias son descritas en algunos instrumentos de gestión institucionales, a continuación, los siguientes conceptos de interés para la investigación son:

El Ministerio de Salud (2002), mediante Decreto Supremo N° 016-2002 SA “Reglamento de la Ley General de Salud”, establece las siguientes definiciones:

1. Red de Servicios de Emergencia: Es el conjunto de servicios de emergencia organizados según capacidad resolutive interconectados por redes viales y comunicación oportuna, que establecen relación funcional con el servicio de mayor capacidad de resolución en emergencias, a fin de asegurar la atención progresiva al paciente en situación de emergencia.
2. Servicio de Emergencia: Es la unidad orgánica o funcional en hospitales de baja complejidad, encargada de brindar atención médico quirúrgica de emergencia en forma continua y permanente durante las 24 horas del día a todas las personas cuya vida y/o salud se encuentre en situación de emergencia. De acuerdo con su nivel de complejidad pueden resolver diferentes categorías de daños.
3. Daño: Compromiso del estado de salud en grado diverso, los daños en el servicio de emergencia se clasifican de acuerdo con la prioridad de atención (Prioridad I: Gravedad súbita extrema, Prioridad II: Urgencia mayor, Prioridad III: Urgencia menor, Prioridad IV: Patología aguda común).
4. Sala de Observación: Área del servicio de Emergencia para la permanencia de corta estancia y la atención, tratamiento, reevaluación y observación permanente de

pacientes con daños de prioridad I y II, en un periodo que no debe exceder de 12 horas.

5. Tópico de Emergencia: Área del servicio de emergencia destinada a la intención, evaluación diagnóstico y tratamiento de pacientes con daños de prioridad II y III. Los tópicos pueden ser diferenciados de acuerdo con la demanda y nivel de complejidad del establecimiento de salud.

El Cuerpo General de Bomberos Voluntarios del Perú (2012), define la clasificación de magnitudes de los incendios, señalando que existen 7 códigos para identificar el grado de un incendio:

1. Código 0: Amago de incendio, ligero y se controla de inmediato.

Foto 1. Incendio código 0



Fuente: <https://twitter.com/bomberosPE?lang=es>

2. Código 1: Incendio que no requiere apoyo el fuego debe ser extinguido para frenar su avance.

Foto 2. Incendio código 1



Fuente: <https://twitter.com/bomberosPE?lang=es>

3. Código 2: Incendio que requiere apoyo, cuando el incendio está en progreso y se requiere el apoyo de más de una unidad de bomberos.

Foto 3. Incendio código 2 ocurrido en una galería en La Victoria, mayo 2016



Fuente: <http://archivo.trome.pe/actualidad/victoria-incendio-2088410>

4. Código 3: Incendio de medianas proporciones, cuando el incendio está fuera de control.

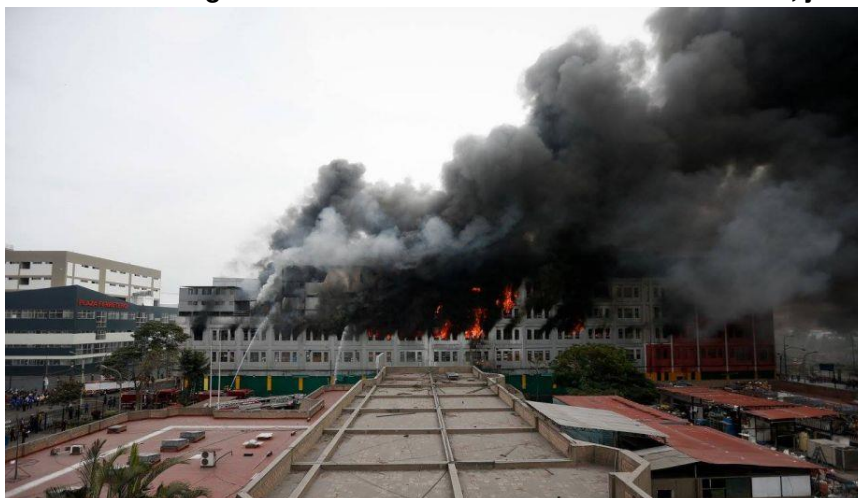
Foto 4. Incendio industrial código 3 ocurrido en el Callao, junio 2017



Fuente: <http://portal.andina.com.pe/>

5. Código 4: Incendio de medianas proporciones con alta probabilidad de propagación, involucra una tragedia local.

Foto 5. Incendio código 4 en Galería Nicolini en el Cercado de Lima, junio 2017



Fuente: <http://peru21.pe/>

6. Código 5: Incendio de grandes proporciones, esto es una tragedia nacional, que involucra una cadena de desastres como un terremoto seguido de explosiones e incendios.
7. Código 6: Incendio masivo, fuera de control y de gran magnitud.

El Ministerio de Salud (2016), mediante Resolución Ministerial N° 386-2016 MINSA “Norma Técnica de Salud de los Servicios de Emergencias”, define los siguientes conceptos:

1. Atención Médica Quirúrgica de Emergencia: Es la que se presta en un establecimiento de salud a los pacientes que en forma repentina e inesperada presentan alteración de la salud, poniendo en peligro inminente la vida o grave riesgo para la salud y que requiere atención y procedimientos médicos y/o quirúrgicos inmediatos, empleando los recursos de personal, equipamiento y manejo terapéutico de acuerdo con su categoría.
2. Emergencia Médica: Se entiende por emergencia médica toda condición repentina e inesperada que requiere atención inmediata al poner en peligro inminente la vida, la salud o que puede dejar secuelas invalidantes en el paciente.
3. Establecimiento de Salud: Comprende los hospitales, clínicas, centros de salud, puestos de salud y otros análogos, públicos, no públicos y privados, que funcionen ya sea en forma temporal o permanente.
4. Estado de Grave Riesgo: Es el estado que pone en peligro inminente la vida, la salud o puede dejar secuelas invalidantes en el paciente.

El Cuerpo General de Bomberos Voluntarios del Perú (2016), mediante Resolución Jefatural N° 356-2016 CGBVP Aprueba la Directiva N° 003 – 2016 CGBVP/DIGO “Clasificación y Tipificación de Unidades Vehiculares”, en la cual clasifica y tipifica los vehículos de emergencia del CGBVP, según las características, el equipamiento y las funciones que cumplen.

1. Clasificación y Codificación de Unidades Vehiculares:

- a. MAQ: Unidades Autobomba o Maquina Contraincendios
- b. CIS: Unidades Cisterna
- c. UAE: Unidades Aéreas
- d. MPL: Unidades para Respuesta a Incidentes con Materiales Peligrosos
- e. RES: Unidades de Rescate
- f. USR: Equipamiento para Equipos USAR-Perú
- g. AMB: Ambulancia
- h. CIF: Unidades de Control Incendios Forestales
- i. VPC: Unidades de Puesto Comando
- j. UAC: Unidades de Soporte de Aire Comprimido
- k. UEL: Unidad Eléctrica
- l. OMB: Ómnibus
- m. AUX: Unidades Auxiliares

2. Tipificación de Unidades Vehiculares:

2.1. Unidades Autobomba o Maquinas Contraincendios

- a. Tipo I: Autobomba de 1000 hasta 1500 galones de agua
- b. Tipo II: Autobomba de 750 hasta 999 galones de agua
- c. Tipo III: Autobomba de 500 hasta 749 galones de agua
- d. Tipo IV: Autobomba de 50 hasta 449 galones de agua
- e. Tipo V: Autobomba generadora de espuma con tanque de concentrado, mínimo de 90 galones
- f. Tipo VI: Autobomba sin tanque

Foto 6. Autobomba del CGBVP



Fuente: <http://www.bomberosperu.gob.pe>

2.2. Unidades Cisterna

- a. Tipo I: De 9000 a más galones de agua
- b. Tipo II: De 6000 hasta 8999 galones de agua
- c. Tipo III: De 3000 hasta 5999 galones de agua
- d. Tipo IV: De 1500 hasta 2999 galones de agua
- e. Tipo V: Menos de 1500 galones de agua

Foto 7. Cisternas del CGBVP



Fuente: <http://www.bomberosperu.gob.pe>

2.3. Unidades Aéreas

b.3.1. Escalas Telescópicas

- a. Tipo I: Unidades escala con alcance mayor a 40 metros
- b. Tipo II: Unidades escala con alcance de 20 a 40 metros
- c. Tipo III: Unidades escala con alcance máximo de hasta 20 metros

b.3.2. Brazos Articulados

- a. Tipo I: Unidades bar con alcance mayor a 40 metros
- b. Tipo II: Unidades bar con alcance de 20 a 40 metros
- c. Tipo III: Unidades bar con alcance máximo de hasta 20 metros

Foto 8. Unidad con Escala Telescópica del CGBVP



Fuente: <http://www.bomberosperu.gob.pe>

2.4. Unidades Vehiculares para Materiales Peligrosos

- a. Tipo I: Todas las unidades que cuenten con kit completo para realizar trabajos de monitoreo, labores de descontaminación y rescate de víctimas, control de fugas y eliminación de riesgos, etc.
- b. Tipo II: Todas las unidades que puedan realizar monitoreo de atmosferas y labores de descontaminación de víctimas.
- c. Tipo III: Todas las unidades correspondientes al punto b.1. con kit adicional para atención de fugas de gas licuado de petróleo en recipientes de hasta 100 lb y derrames de hidrocarburos.

2.5. Unidades de Rescate

- a. Tipo I: Para labores de rescate en accidentes de vehículos livianos y pesados, en altura, en ascensor, rescate en espacios confinados, zanjas y rescate acuático.

- b. Tipo II: Para labores de rescate en accidentes vehiculares en vehículos livianos, en altura, en ascensor, rescate en espacios confinados y zanjas.
- c. Tipo III: Para labores de rescate en accidentes vehiculares en vehículos livianos, en altura y en ascensor.
- d. Tipo IV: Rescate Acuático.
- e. Tipo V: Rescate Animal, Vehículo automotor.

Foto 9. Unidad de Rescate del CGBVP



Fuente: <http://www.bomberosperu.gob.pe>

2.6. Equipos USAR (Equipo de Búsqueda y Rescate Urbano)

- a. Tipo I: USAR – PESADO
- b. Tipo II: USAR – MEDIANO
- c. Tipo III: USAR - LIVIANO

2.7. Ambulancia

- a. Tipo I: Utilizadas para el transporte asistido de pacientes estables excepto en lugares donde no haya otro medio de transporte de mayor complejidad disponible.

- b. Tipo II: Para el transporte asistido de pacientes, en estado crítico, cuenta con capacidad de asistencia médica.
- c. Tipo III: Para el transporte asistido de pacientes en estado crítico inestables que requieren asistencia médica especializada durante el traslado.

Foto 10. Ambulancia del CGBVP



Fuente: <http://www.bomberosperu.gob.pe>

2.8. Unidades de Control de Incendios Forestales

- a. Tipo I: Vehículo de mayor tonelaje con tracción 4 x 4, todo terreno con equipos y tres o más kits completos para la atención de incendios forestales.
- b. Tipo II: Vehículo ligero con tracción en las 4 ruedas, todo terreno, implementado con dos o más kits completos para atención de incendios forestales.
- c. Tipo III: Todas las unidades que corresponden al punto b.1. que cuente adicionalmente de un kit mínimo para atención de incendios forestales.

Foto 11. Unidades de Control de Incendios Forestales



Fuente: <http://www.bomberosperu.gob.pe>

2.9. Unidades de Puesto de Comando

- a. Tipo I: Vehículo Puesto de Comando

2.10. Unidades de Soporte de Aire Comprimido

- a. Tipo I: Con sistema cascada y botellas EPRA (Equipo de Protección Respiratoria Autónoma) para reposición.
- b. Tipo II: Solo con sistema cascada.

2.11. Unidades Eléctricas

- a. Tipo I: Con brazo telescópico.

2.12. Ómnibus

- a. Tipo I: Ómnibus en general

2.13. Unidades Auxiliares

- a. Tipo I: Auxiliares de apoyo, vehículo 4 x 4.
- b. Tipo II: Auxiliares de apoyo, vehículo de tracción simple.
- c. Tipo III: Carga frontal.

Foto 12. Unidad Auxiliar del CGBVP



Fuente: <http://www.bomberosperu.gob.pe>

2.3. Marco Legal

Para esta investigación se utilizó normativa nacional e internacional, tales como instrumentos de gestión, leyes, decretos, normas y estándares.

2.3.1. Normativa Internacional

Los estándares internacionales, los cuales rigen el tiempo de respuesta ideal para la atención de emergencias urbanas y entre otros conceptos referido al servicio de las compañías de bomberos, es la “*National Fire Protection Association (NFPA)*”.

Desde 1896, la NFPA es la fuente principal mundial para el desarrollo y expansión del conocimiento sobre seguridad contra incendios, protección de vida y otros peligros, con sede en EE. UU. Por medio de sus códigos internacionales contra incendios, desarrollo

profesional, educación, programas de asistencia a la comunidad, e investigación, ha podido desarrollar estándares muy importantes en la gestión pública de los servicios de la compañía de bomberos. Los miembros de la NFPA suman más de 75,000 individuos representando más de 100 países. (3 de febrero del 2017, Recuperado de <http://www.nfpajla.org/nfpa-en-latioameroica/nfpa-en-espanol>)

Los códigos NFPA relacionados a temas de planificación en instalación de compañías de bomberos o estaciones de bomberos, servicios de atención de respuesta y otras normas fundamentales para la investigación son:

1. NFPA 950 *“Standard for Data Development and Exchange for the Fire Service”* ó Normas para el Desarrollo e Intercambio de información para el Servicio de Bomberos.
2. NFPA 951 *“Guide to Building and Utilizing Digital Information”* ó Guía de Elaboración y Uso de la Información Digital.
3. NFPA 1402 *“Guide to Building Fire Service Training Centers”* ó Guía para la construcción de Centros de Entrenamiento de Bomberos.
4. NFPA 1500 *“Standard on Fire Department Occupational Safety and Health Program”* ó Normas en el Departamento de Bomberos del Programa de Seguridad y Salud Ocupacional.
5. NFPA 1561 *“Standard on Emergency Services Incident Management System and Command Safety”* ó Estándares para sistemas de administración de emergencias para departamentos de bomberos”.
6. NFPA 1710 *“Standard for the Organization and Deployment of Fire Suppression Operations, Emergency Medical Operations, and Special Operations to the Public by*

Career Fire Departments” ó Normas para la Organización y Despliegue de Operaciones de Extinción de Incendios, Operaciones Médicas de Emergencia y Operaciones Especiales al Público por los Departamentos de Bomberos Profesionales.

7. NFPA 1720 *“Standard for the Organization and Deployment of Fire Suppression Operations, Emergency Medical Operations and Special Operations to the Public by Volunteer Fire Departments”* ó Normas para la organización y despliegue de operaciones de extinción de incendios, Operaciones Médicas de Emergencia y Operaciones Especiales al Público por los Departamentos de Bomberos Voluntarios.

2.3.2. Normativa Nacional

Normativa Institucional

1. Ley N° 27067 Ley del Cuerpo General de Bomberos Voluntarios y sus modificatorias.
2. Decreto Supremo N° 070-2013 PCM Reglamento de la Ley de Acceso a la Información Pública y sus modificatorias.
3. Decreto Supremo N° 063-2013 PCM Reglamento de Organización y Funciones del Cuerpo General de Bomberos Voluntarios del Perú y sus modificatorias.
4. Decreto Legislativo N° 1260 que fortalece el cuerpo general de bomberos voluntarios del Perú como parte de sistema nacional de seguridad ciudadana y regula la intendencia nacional de bomberos del Perú.
5. Decreto Supremo N° 019-2017 IN Reglamento del Decreto Legislativo N° 1260.
6. Decreto Supremo N° 025-2017 IN Reglamento de Organización y Funciones de la Intendencia Nacional de Bomberos del Perú.

Normativa en materia de Gestión Municipal

1. Ley N°27972 Ley Orgánica de Municipalidades y sus modificatorias.
2. Ley N°27867 Ley Orgánica de Gobiernos Regionales y sus modificatorias.
3. Ley N° 27806 Ley de Transparencia y Acceso a la Información Pública y sus modificatorias.
4. Ley N° 29090 Ley de Regulación de las Habilitaciones Urbanas y de Edificaciones y sus modificatorias.

Normativa en materia de Gestión del Riesgo de Desastres

1. Ley N° 29664 Ley del Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres y sus modificatorias.
2. Decreto Supremo N° 048-2011 PCM Reglamento de la Ley del Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres y sus modificatorias.
3. Resolución Jefatural N° 355-2016-CGBVP Aprueba la Directiva N° 002-2016-CGBVP/DIGO Organización para Desastres.

Normativa en materia de Gestión de Emergencias

1. Ley N° 27604 Ley Modificatoria de la Ley General de Salud N° 26842 y sus modificatorias.
2. Decreto Supremo N° 016-2002 SA Reglamento de la Ley General de Salud y sus modificatorias.
3. Decreto Supremo N° 021-2008-MTC Aprueba el Reglamento Nacional de Transporte Terrestre de Materiales y Residuos Peligrosos. Reglamento de la Ley N° 28256.

4. Resolución Ministerial N° 386-2016 MINSA Norma Técnica de Salud de los Servicios de Emergencias y sus modificatorias.
5. Resolución Jefatural N° 354-2016-CGBVP Aprueba la Directiva N° 001-2016-CGBVP/DIGO Organización para la Respuesta a Emergencias.
6. Resolución Jefatural N° 356-2016-CGBVP Aprueba la Directiva N° 003-2016-CGBVP/DIGO Clasificación y Tipificación de Unidades Vehiculares.

CAPÍTULO III

AREA DE ESTUDIO

3.1. Área de Estudio

3.1.1. Características Generales

La Provincia Constitucional del Callao se encuentra ubicada en la costa central del litoral peruano, hacia el sector occidental del departamento de Lima; entre las coordenadas geográficas 11 47' 50" y 12 07' 30" de Latitud Sur, y 77 04' 40" y 77 11' 40" de Longitud Oeste. Sus límites norte, este y sur pertenecen al departamento de Lima: por el Norte el distrito de Santa Rosa, por el Este con los distritos de Puente Piedra, San Martín de Porras y el Cercado de Lima; por el Sur con el distrito de San Miguel; y por el Oeste el Océano Pacífico. (Véase Mapa 1) Comprende una zona costera marina y la zona costera continental, entre los deltas de los Ríos Rímac y Chillón, cuyas nacientes se encuentran en la sierra del departamento de Lima, teniendo como eje un litoral marino poco sinuoso de 38 Km. Aproximadamente (Dirección Nacional de Demarcación Territorial, 2006).

La Municipalidad Provincial del Callao (2010), en el Plan de Desarrollo Urbano de la Provincia Constitucional del Callao 2011 – 2022, declara que el área de estudio posee una extensión total de 56 450 Ha, considerando su jurisdicción continental (25.60%), insular (0.62%) y marítima (73.78%). Y comprende los distritos Bellavista, Callao Cercado, Carmen de la Legua, La Perla, La Punta (Plan de Desarrollo Urbano Callao,

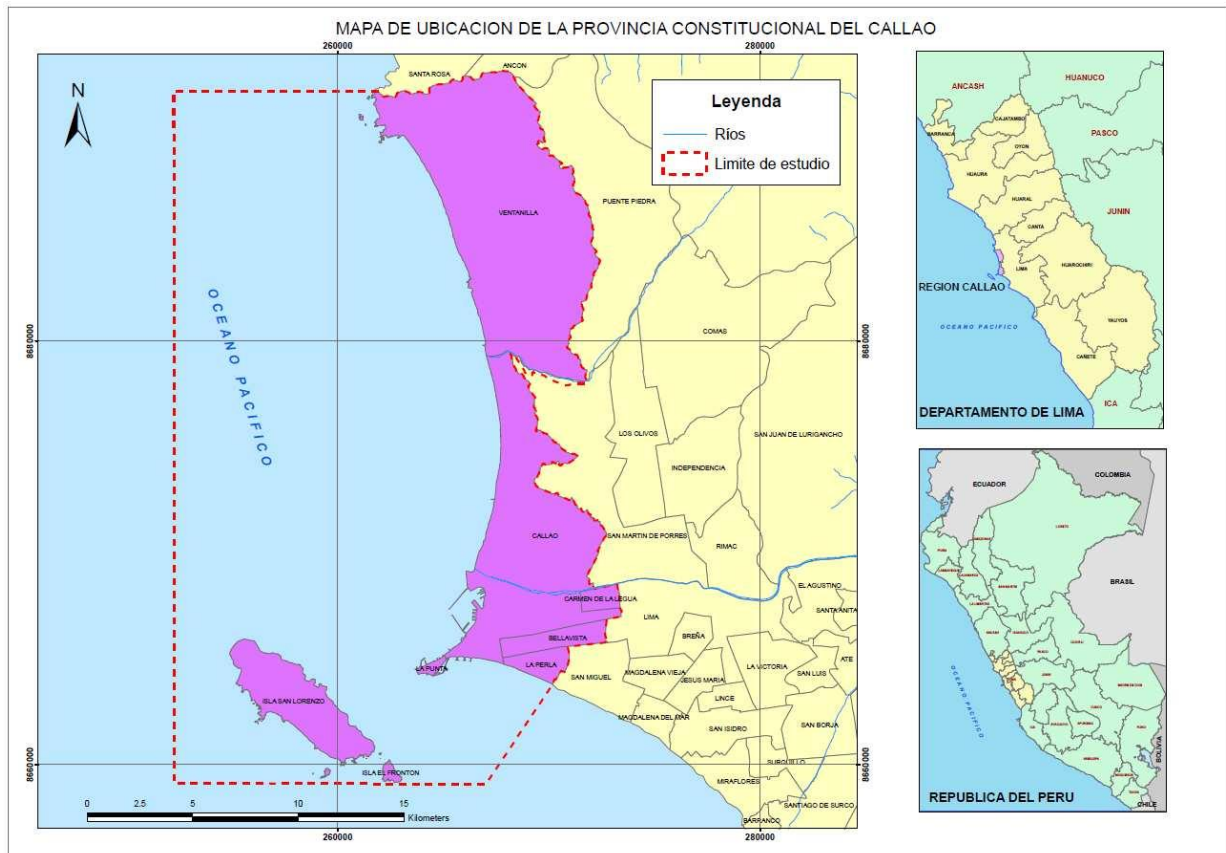
2010). En el 2014, se dio la creación del séptimo distrito Mi Perú, bajo la ley de creación N° 30197, en la cual se presentan sus hitos territoriales y límites distritales. (Véase Cuadro 2)

Cuadro 2. Creación de Distritos de la Provincia Constitucional del Callao

LUGAR	DISPOSICIONES LEGALES DE CREACIÓN			
	CATEGORÍA	NOMBRE	NÚMERO	FECHA
Región Callao	Región	Ley	27867	01/01/2003
Prov. Const. Del Callao		Decreto	S/N	20/05/1836
Bellavista	Pueblo	Ley	12301	03/05/1955
Callao Cercado	Ciudad	Decreto	S/N	08/03/1834
Carmen de la Legua	Ciudad	Ley	15247	08/12/1964
La Perla	Ciudad	Ley	15185	22/10/1964
La Punta	Pueblo	Ley	12301	03/05/1955
Mi Perú	Ciudad	Ley	30197	17/05/2014
Ventanilla	Ciudad	Decreto de Ley	17392	28/01/1969

Fuente: Compendio Estadístico del Instituto Nacional de Estadística e Informática

Mapa 1. Ubicación de la Provincia Constitucional del Callao



Fuente: Provincia Constitucional del Callao 2010

Zonificación Urbana

La Provincia Constitucional del Callao tiene una superficie total de 14 248.34 Has., las áreas con uso residencial, comercial, industrial, educativo, salud, recreación activa y pasiva, y de otros usos consta de 9,068.95 Ha (63.65%); las áreas de uso destinado a la protección medio ambiental asciende a 5,179.40 Ha (36.35%) (Plan de Desarrollo Urbano Callao, 2010). Siendo las categorías de uso de suelos: Salud (0.32%) e Institucional (0.21%), las más calificadas para la realización de proyectos de inversión pública relacionados a temas de instalaciones de equipamiento urbano especial como establecimientos de salud, compañías de bomberos, etc. (Véase Cuadro 3)

En el distrito de Callao Cercado, las áreas de las categorías de uso de suelo: Salud e Institucional son respectivamente 3.11 Has. Y 24.70 has., y su porcentaje de área son respectivamente 0.06% y 0.49% del área total del distrito de Callao Cercado. (Véase Cuadro 4)

Asimismo, en el distrito de Bellavista, las áreas de las categorías de uso de suelo: Salud e Institucional son respectivamente 37.6 Has. Y 1.46 has., y su porcentaje de área son respectivamente 8.24% y 0.32% del área total del distrito de Bellavista. (Véase Cuadro 5)

También, en el distrito de Carmen de la Legua, las áreas de las categorías de uso de suelo: Salud e Institucional son respectivamente 0.99 Has. Y 0.05 has., y su porcentaje de área son respectivamente 0.52% y 0.03% del área total del distrito de Carmen de la Legua. (Véase Cuadro 6)

De la misma manera, en el distrito de La Perla, las áreas de las categorías de uso de suelo: Institucional posee un área de 1.2 Has., mientras que su porcentaje de área es 0.37% del área total del distrito de La Perla. Para la categoría de uso de suelo: Salud, no se encuentra ningún área destinada para este fin. (Véase Cuadro 7)

En el distrito de La Punta, las áreas de las categorías de uso de suelo: Salud e Institucional son respectivamente 0.04 Has. Y 0.84 has., y su porcentaje de área son respectivamente 0.07% y 1.29% del área total del distrito de La Punta. (Véase Cuadro 8)

Finalmente, en el distrito de Ventanilla, las áreas de las categorías de uso de suelo: Salud e Institucional son respectivamente 3.91 Has. Y 1.23 has., y su porcentaje de área son respectivamente 0.05% y 0.01% del área total del distrito de Ventanilla. (Véase Cuadro 9)

Cuadro 3. Cuadro Resumen del Uso Actual del Suelo de la Provincia Constitucional del Callao

USO DE SUELO EN LA PROVINCIA CONSTITUCIONAL DEL CALLAO	HA	% PARCIAL	% TOTAL
Residencial	5330.68		37.41
Comercial	225.26		1.58
Industrial	1546.31		10.85
Educativo	167.87		1.18
Salud	45.76		0.32
-Recreación Pasiva	88.53		0.62
Recreación Activa	136.75		0.96
Otros Usos			10.72
Equipamiento e infraestructura mayor	1292.14	9.07	
Zona Arqueológica	3.40	0.02	
Cementerio	15.91	0.11	
Institucional	29.48	0.21	
Laguna de oxidación	11.19	0.08	
Relleno sanitario	22.31	0.16	
Servicios Múltiples	15.37	0.11	
Otros usos	138.08	0.97	
Protección Medio ambiental			36.35
Área agrícola	118.85	0.83	
Área avícola	131.36	0.92	
Lecho de río	53.52	0.38	
Minera no metálica	89.08	0.63	
Uso pecuario	667.40	4.68	
Protección	335.63	2.36	
Protección ambiental	4.27	0.03	
Zona de Playas	27.77	0.19	
Presencia de lomas permanentes	415.82	2.92	
Presencia de pendientes empinadas/muy empinadas	2735.87	19.20	
Protección ecológica	599.83	4.21	
AREA TOTAL	14248.34		100.00

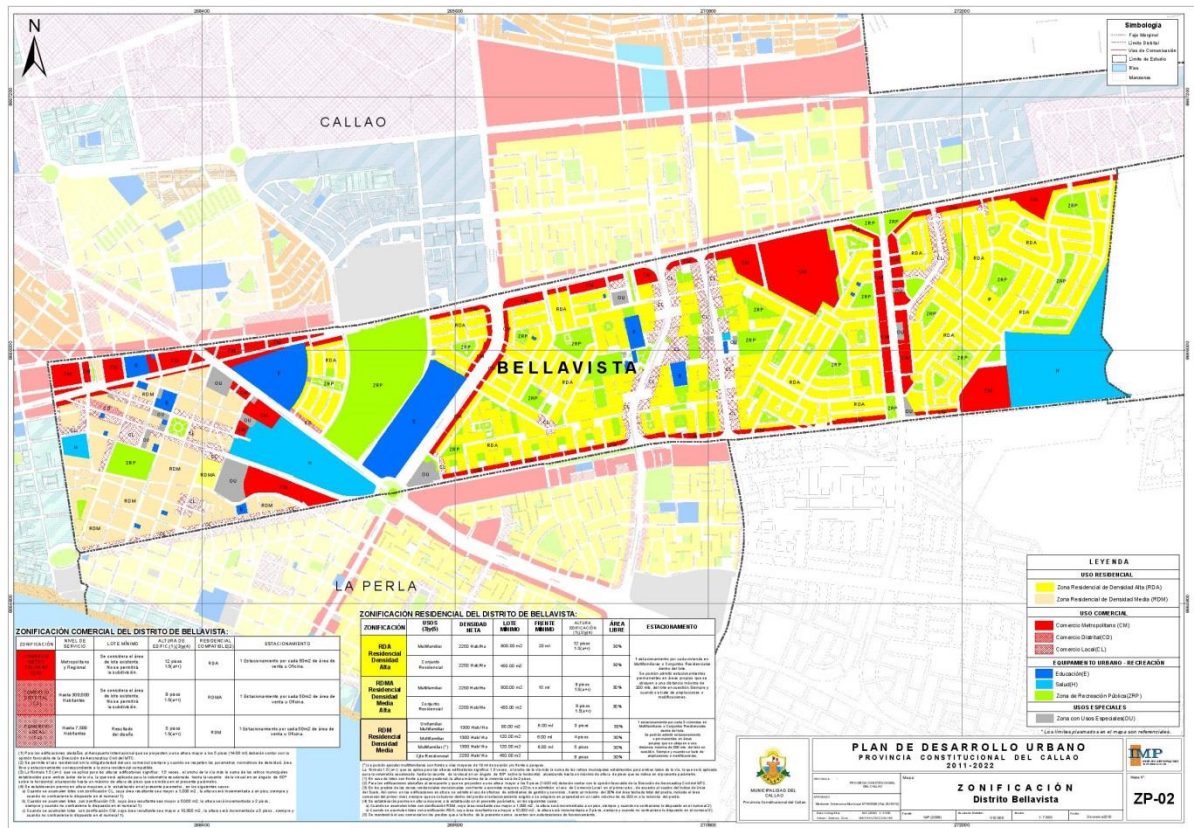
Fuente: Información de la Oficina de Catastro de la Provincia Constitucional del Callao y Elaborado por el Equipo Técnico del Plan de Desarrollo Urbano Callao 2011-2022

Cuadro 4. Uso Actual del Suelo en el distrito Callao Cercado

USO DE SUELO DRISTRITO DEL CERCADO DEL CALLAO	HA	% PARCIAL	% TOTAL
Residencial	1880.83		37.63
Comercial	109.42		2.19
Industrial	1119.0		22.39
Educativo	38.83		0.78
Salud	3.11		0.06
Recreación Pasiva	37.25		0.75
Recreación Activa	50.28		1.01
Otros Usos			27.08
Equipamiento e infraestructura mayor	1264.32	25.29	
Zona Arqueológica	3.4	0.07	
Cementerio	14.44	0.29	
Institucional	24.70	0.49	
Servicios Múltiples	7.53	0.15	
Otros usos	39.32	0.79	
Protección Medio ambiental			8.12
Área agrícola	55.72	1.11	
Área avícola	0.32	0.01	
Lecho de río	52.07	1.04	
Protección	146.42	2.93	
Protección ambiental	16.65	0.33	
Protección Ambiental por pendientes empinadas	134.87	2.70	
AREA TOTAL	4998.48		100.00

Fuente: Información de la Oficina de Catastro de la Provincia Constitucional del Callao y Elaborado por el Equipo Técnico del Plan de Desarrollo Urbano Callao 2011-2022

Mapa 3. Zonificación Urbana del Distrito de Bellavista



Fuente: Provincia Constitucional del Callao 2010

Cuadro 5. Uso Actual del Suelo en el distrito de Bellavista

USO DE SUELO DISTRITO DE BELLAVISTA	HA	% PARCIAL	% TOTAL
Residencial	275.90		60.47
Comercial	46.03		10.09
Industrial	4.24		0.93
Educativo	24.67		5.41
Salud	37.6		8.24
Recreación Pasiva	29.01		6.36
Recreación Activa	35.6		7.8
Otros Usos			0.7
Institucional	1.46	0.32	
Servicios Múltiples	0.96	0.21	
Otros usos	0.78	0.17	
AREA TOTAL	456.25		100.00

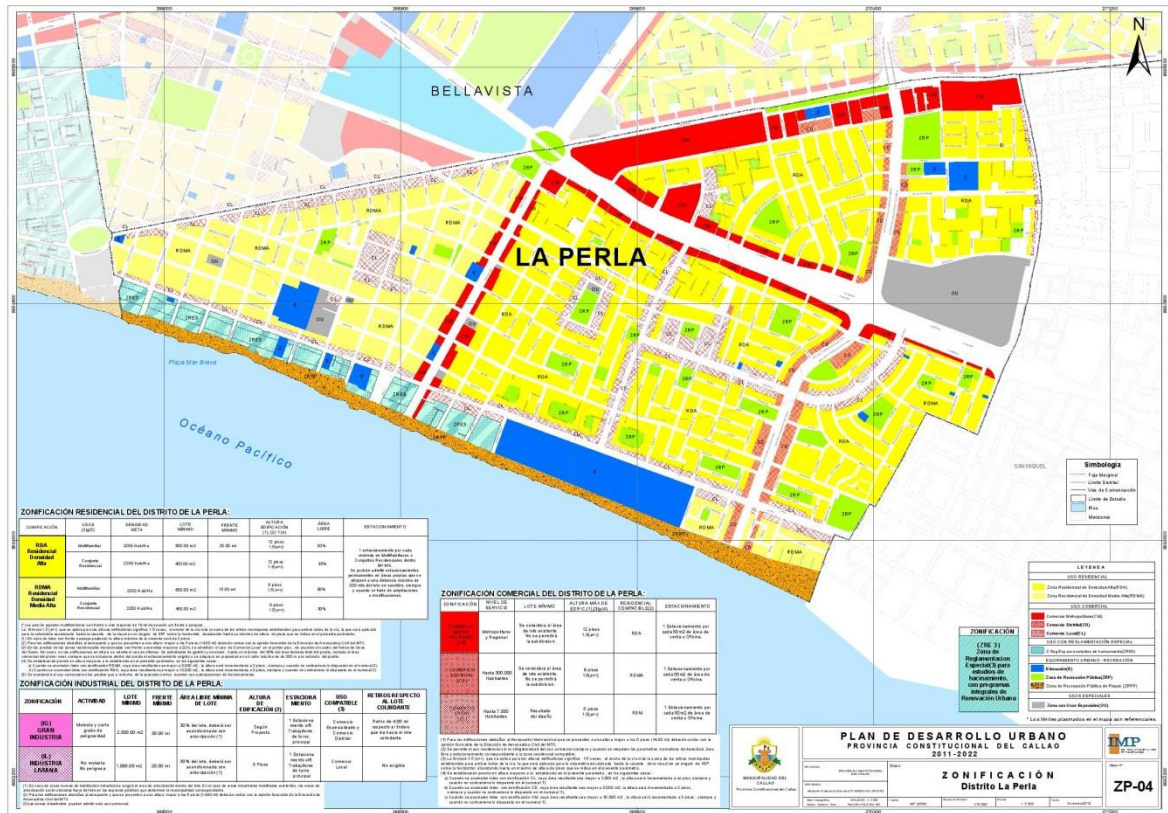
Fuente: Información de la Oficina de Catastro de la Provincia Constitucional del Callao y Elaborado por el Equipo Técnico del Plan de Desarrollo Urbano Callao 2011-2022

Cuadro 6. Uso Actual en el distrito de Carmen de la Legua

USO DE SUELO DISTRITO DE CARMEN DE LA LEGUA	HA	% PARCIAL	% TOTAL
Residencial	93.00		48.74
Comercial	6.14		3.22
Industrial	85.3		44.71
Educativo	3.10		1.62
Salud	0.99		0.52
Recreación Pasiva	0.51		0.27
Recreación Activa	1.62		0.85
Otros Usos			0.07
Institucional	0.05	0.03	
Otros usos	0.08	0.03	
AREA TOTAL	190.79		100.00

Fuente: Información de la Oficina de Catastro de la Provincia Constitucional del Callao y Elaborado por el Equipo Técnico del Plan de Desarrollo Urbano Callao 2011-2022

Mapa 5. Zonificación Urbana del Distrito de La Perla



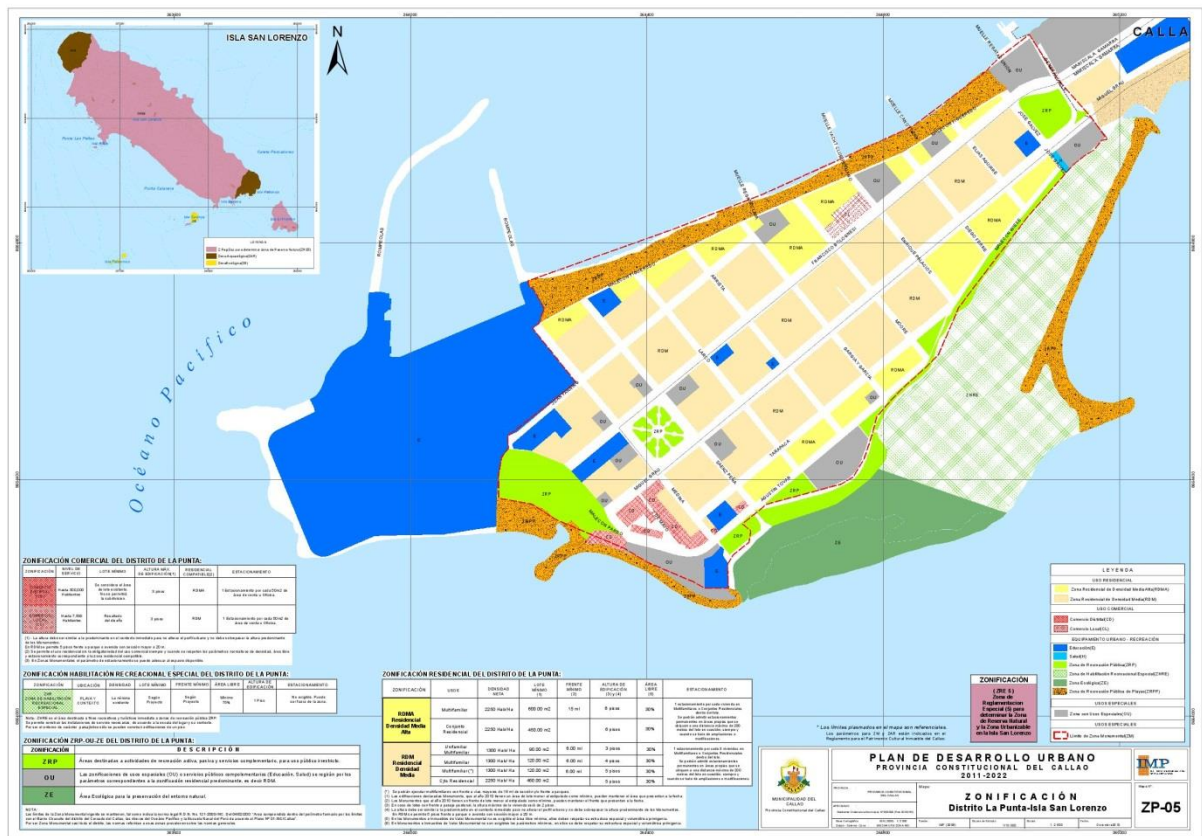
Fuente: Provincia Constitucional del Callao 2010

Cuadro 7. Uso Actual en el distrito de La Perla

USO DE SUELO DISTRITO DE LA PERLA	HA	% PARCIAL	% TOTAL
Residencial	245.97		76.15
Comercial	4.66		1.44
Industrial	10.83		3.35
Educativo	13.35		4.13
Salud			
Recreación Pasiva	14.86		4.6
Recreación Activa	6.01		1.86
Otros Usos			
Equipamiento e infraestructura mayor	12.02	3.72	
Institucional	1.2	0.37	
Servicios Múltiples	1.09	0.34	
Otros usos	1.9	0.59	
Protección Ambiental	11.12		3.44
AREA TOTAL	323.01		100.00

Fuente: Información de la Oficina de Catastro de la Provincia Constitucional del Callao y Elaborado por el Equipo Técnico del Plan de Desarrollo Urbano Callao 2011-2022

Mapa 6. Zonificación Urbana del Distrito de La Punta



Fuente: Provincia Constitucional del Callao 2010

Cuadro 8. Uso Actual en el distrito de La Punta

USO DE SUELO DISTRITO DE LA PUNTA	HA	% PARCIAL	% TOTAL
Residencial	37.12		57.25
Comercial	0.70		1.08
Educativo	0.65		1.01
Salud	0.04		0.07
Recreación Pasiva	2.11		3.25
Recreación Activa	2.85		4.39
Otros Usos	17.10		26.37
Equipamiento e infraestructura mayor	15.80	24.37	
Institucional	0.84	1.29	
Servicios Múltiples	0.16	0.25	
Otros usos	0.30	0.46	
Protección medio ambiental	4.27		6.58
Protección ambiental	4.27	6.58	
AREA TOTAL	64.83		100.00

Fuente: Información de la Oficina de Catastro de la Provincia Constitucional del Callao y Elaborado por el Equipo Técnico del Plan de Desarrollo Urbano Callao 2011-2022

Cuadro 9. Uso Actual en el distrito de Ventanilla

USO DE SUELO DISTRITO DE VENTANILLA	HA	% PARCIAL	% TOTAL
Residencial	2797.67		34.06
Comercial	58.32		0.71
Industrial	326.97		3.98
Educativo	87.62		1.07
Salud	3.91		0.05
Recreación Pasiva	4.78		0.06
Recreación Activa	40.40		0.49
Otros Usos			1.67
Cementerio	1.46	0.02	
Institucional	1.23	0.01	
Laguna de oxidación	11.19	0.14	
Relleno sanitario	22.31	0.27	
Servicios Múltiples	5.64	0.07	
Otros usos	95.54	1.16	
Protección Medio ambiental			57.92
Área agrícola	63.13	0.77	
Área avícola	131.04	1.60	
Lecho de río	1.45	0.02	
Minera no metálica	89.08	1.08	
Uso pecuario	667.40	8.12	
Protección	189.21	2.30	
Protección ecológica	599.80	7.30	
Protección Ambiental presencia de lomas	415.84	5.06	
Protección Ambiental presencia de pendientes	2600.99	31.66	
AREA TOTAL	8214.98		100.00

Fuente: Información de la Oficina de Catastro de la Provincia Constitucional del Callao y Elaborado por el Equipo Técnico del Plan de Desarrollo Urbano Callao 2011-2022

3.1.2. Características Demográficas

La población de la Provincia Constitucional del Callao, de acuerdo con el último Censo Nacional de Población y Vivienda, registró una población total de 876 877 habitantes, la cual representa el 3.2% del total de la población nacional, durante el periodo 1993 – 2007, hubo un incremento de 243 322 habitantes, es decir, 17 380 habitantes por año (Instituto Nacional de Estadística e Informática, 2007). (Véase Cuadro 10)

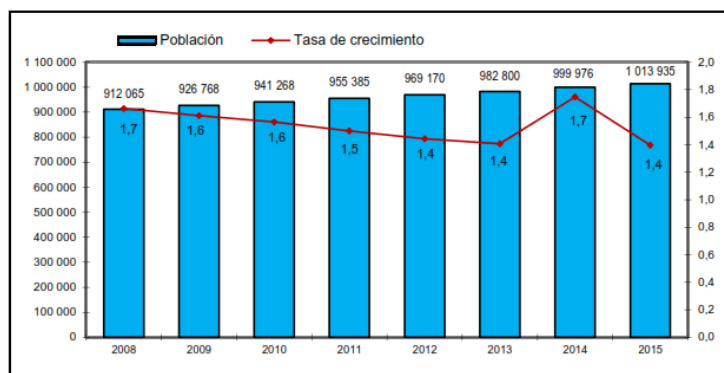
Cuadro 10. Población Censada, Omitida y Total (Censos 1940 – 2007)

AÑO	POBLACIÓN		
	TOTAL	CENSADA	OMITIDA
1940	84 438	82 287	2 151
1961	219 420	213 540	5 880
1972	332 228	321 2321	10 997
1981	454 313	443 413	10 900
1993	647 565	639 729	7 836
2005 a/	840 813	810 568	30 245
2007	890 887	876 877	14 010

Fuente: Instituto Nacional de Estadística e Informática 2007

Para el año 2015, según el Instituto Nacional de Estadística e Informática, la población proyectada fue de 1 013 935 habitantes, teniendo como tasas de crecimiento de 1.7% para el 2008, 1.4% para el 2013 y 1.7% para el 2014. Considerando que ese año se creó el distrito de Mi Perú (Instituto Nacional de Estadística e Informática, 2016). (Véase Figura 1)

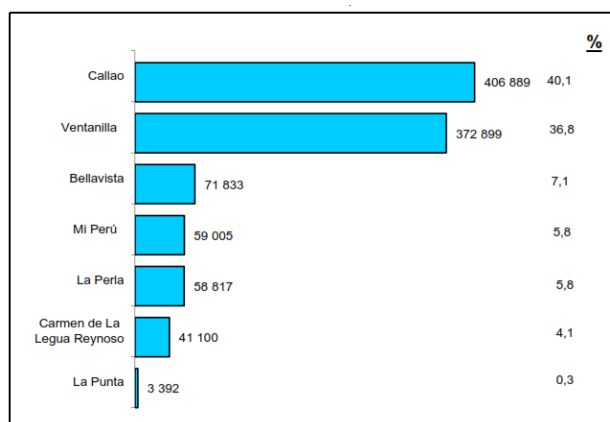
Figura 1. Población Proyectada y Tasa de Crecimiento Anual (2008-2015)



Fuente: Instituto Nacional de Estadística e Informática 2016

La distribución de poblacional según los distritos de la provincia es la siguiente: El primer lugar es el distrito de Callao con 406 889 habitantes, el distrito de Ventanilla con 372 899 habitantes, el distrito de Bellavista con 71 833 habitantes, el distrito de Mi Perú con 59 005, el distrito de La Perla con 58 817 habitantes, el distrito de Carmen de la Legua con 41 100 habitantes y finalmente el distrito de La Punta con 3 392 habitantes (Instituto Nacional de Estadística e Informática, 2016). (Véase Figura 2)

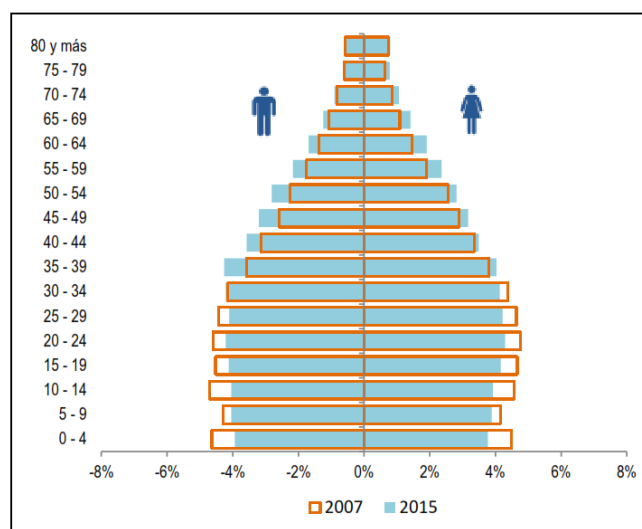
Figura 2. Población Proyectada Según Distritos (2015)



Fuente: Instituto Nacional de Estadística e Informática 2016

El comportamiento de la estructura poblacional de la provincia en estos últimos años se ve reflejado en la forma de su pirámide poblacional, la cual presenta una base ancha y vértigo angosto, es decir en la actualidad se observa una base más reducida y un ensanchamiento progresivo en los centros, reflejando un menor número de nacimientos y una mayor población en edad adulta (Instituto Nacional de Estadística e Informática, 2016). (Véase Figura 3)

Figura 3. Pirámide Poblacional (2007 – 2015)



Fuente: Instituto Nacional de Estadística e Informática 2016

En la Provincia Constitucional del Callao, los distritos con mayor proporción de población menor de 15 años son el distrito de Ventanilla con 28.4%, Mi Perú con 28.3%, mientras que en menor proporción los distritos de La Perla con 16.8% y La Punta con 12.6%. Por otro lado, la población entre los 15 y 64 años se encuentra en mayor proporción en el Callao con 70.8% y en menor proporción en La Punta con 65.7%. Finalmente, el distrito

que posee la mayor proporción de edad mayor a 65 años es el distrito de Callao con 21.8% (Instituto Nacional de Estadística e Informática, 2016). (Véase Cuadro 11)

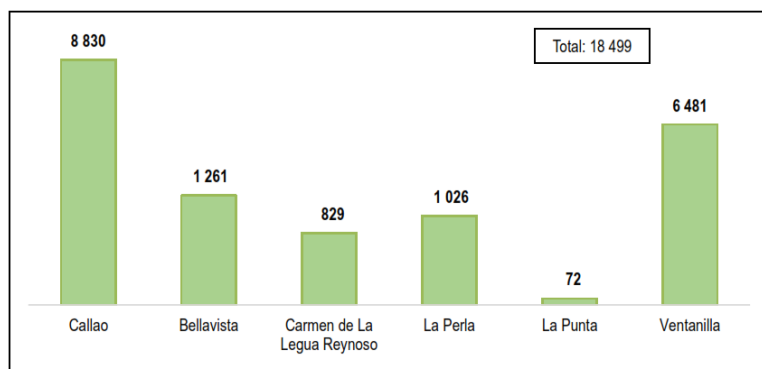
Cuadro 11. Población Censada: Por Grandes Grupos de Edades (2015)

DISTRITO	POBLACIÓN	0-14	15-64	65 y MÁS
Total	1 013 935	23,6	69,0	7,4
Callao	406 889	20,9	70,8	8,3
Bellavista	71 833	17,9	68,0	14,1
Carmen de La Legua Reynoso	41 100	21,1	69,2	9,7
La Perla	58 817	16,8	69,5	13,7
La Punta	3 392	12,6	65,7	21,8
Ventanilla	372 899	28,4	67,2	4,4
Mi Perú	59 005	28,3	68,2	3,6

Fuente: Instituto Nacional de Estadística e Informática 2016

En el 2014, muestra un total de 18 499 nacimientos inscritos y los distritos con mayor frecuencia de nacimientos son el Callao con 8 830 nacimientos y Ventanilla con 6 481 nacimientos, considerando el lugar geográfico donde reside permanentemente la madre al momento del nacimiento (Instituto Nacional de Estadística e Informática, 2016). (Véase Figura 4)

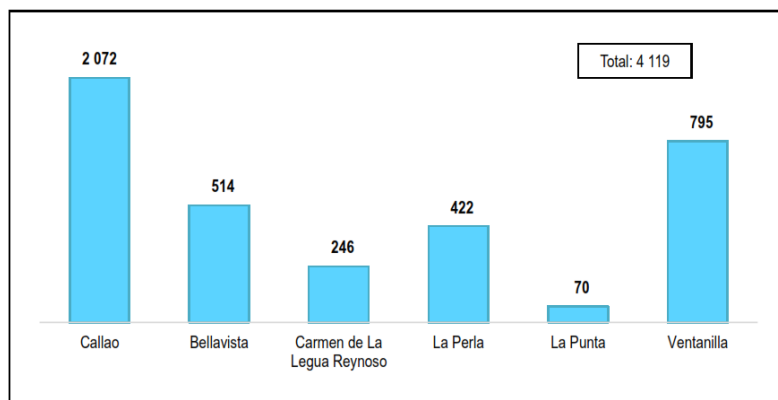
Figura 4. Nacimientos Inscritos Según Distrito de Residencia Habitual de la Madre (2014)



Fuente: Instituto Nacional de Estadística e Informática 2016

En el 2014, muestra un total de 4 119 defunciones inscritas y los distritos con mayor número de defunciones son el Callao con 2 072 defunciones, Ventanilla con 795 defunciones y Bellavista con 514 defunciones (Instituto Nacional de Estadística e Informática, 2016). (Véase Figura 5)

Figura 5. Defunciones Inscritas Según Distrito de Residencia Habitual del Fallecido/a (2014)

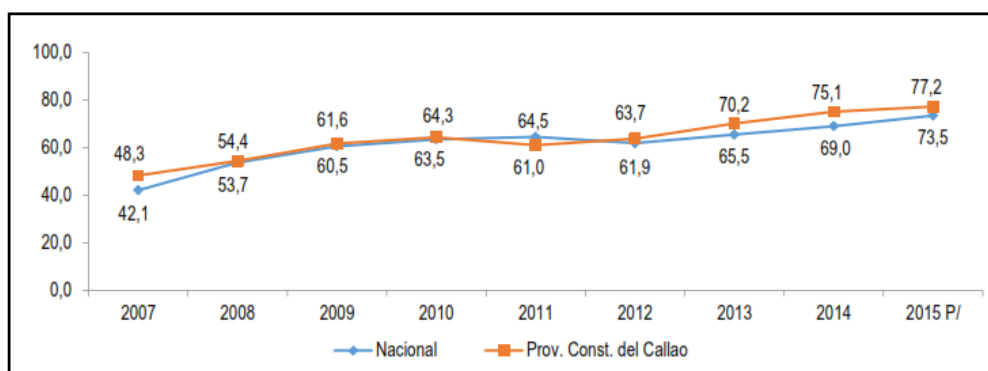


Fuente: Instituto Nacional de Estadística e Informática 2016

3.1.3. Características Sociales

La Provincia Constitucional del Callao, de acuerdo con la Encuesta Nacional de Hogares, detallan que en el año 2015 el 77.2% de la población tiene un tipo de seguro de salud (privado o público), en comparación con el año 2014 aumentó en 2.1 puntos porcentuales, con el año 2010 aumentó en 12.9 puntos porcentuales y en relación con el año 2007 aumentó en 28.9 puntos porcentuales (Instituto Nacional de Estadística e Informática, 2016). (Véase Figura 6)

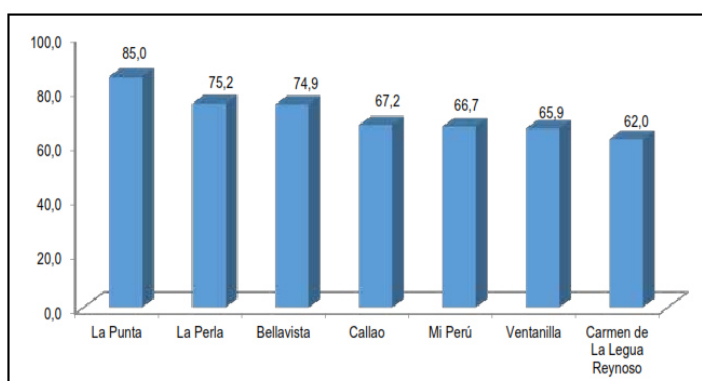
Figura 6. Población con Seguro de Salud (2007-2015)



Fuente: Instituto Nacional de Estadística e Informática 2016

Según el Sistema de Focalización de Hogares (SISFOH) en el periodo 2012 – 2013, en la provincia, los distritos con mayor porcentaje de población asegurada son: La Punta con 85%, La Perla con 75.2% y Bellavista 74.9%, mientras que los de menor porcentaje de población asegurada son: Ventanilla con 65.9% y Carmen de la Legua con 62% (Instituto Nacional de Estadística e Informática, 2016). (Véase Figura 7)

Figura 7. Población con Seguro de Salud Según Distritos (2012-2013)



Fuente: Instituto Nacional de Estadística e Informática 2016

Del total de la población asegurada de la provincia, solo el 98.7% de población asegurada opta por un solo tipo de seguro de salud, siendo el seguro de EsSalud el más frecuente con un 57.7%, seguido de Seguro Integral de Salud (SIS) con un 30.2% y Seguro Privado con un 6.3%. De la población asegurada, solo el 1.3% opta por tener dos tipos de seguro de salud (EsSalud y SIS, EsSalud y Privado, SIS y Privado, etc.) (Instituto Nacional de Estadística e Informática, 2016). (Véase Cuadro 12)

Cuadro 12. Población con Seguro de Salud Por Tipo de Seguro y Cantidad (2012-2013)

DISTRITO	TOTAL	CALLAO	BELLAVISTA	CARMEN DE LA LEGUA REYNOSO	LA PERLA	LA PUNTA	VENTANILLA	MI PERÚ
Total	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
Con 1 seguro	98,7	99,1	96,8	99,0	96,1	84,0	99,6	99,5
EsSalud	57,7	62,5	68,8	68,7	67,7	46,0	45,4	50,8
SIS	30,2	24,7	11,7	19,3	12,2	3,9	47,5	43,9
Privado	6,3	6,7	12,2	5,9	11,8	26,6	3,0	2,1
FFA-PNP	3,9	4,6	3,6	4,2	3,8	6,9	3,1	2,5
Otro	0,5	0,6	0,5	0,8	0,5	0,6	0,5	0,2
Con 2 seguros	1,3	0,9	3,2	1,0	3,9	16,0	0,4	0,5
EsSalud-SIS	0,2	0,2	0,2	0,1	0,2	0,2	0,2	0,2
EsSalud-otros	1,0	0,6	2,8	0,8	3,5	14,6	0,1	0,2
SIS-otros	0,1	0,1	0,1	0,1	0,0	0,0	0,1	0,1
Otros	0,0	0,0	0,1	0,0	0,1	1,1	0,0	0,0

Fuente: Instituto Nacional de Estadística e Informática 2016

Según el Sistema de Focalización de Hogares (SISFOH) en el periodo 2012 – 2013, en la provincia, la población con algún tipo de discapacidad ocupa un porcentaje mayor en el género masculino con un 53.1%, mientras en el género femenino con un 46.9%. Por grupo de edades, el grupo de menores de 15 años muestra porcentaje menor de 13.9%, mientras que el grupo de mayores de 60 años tiene un porcentaje mayor de 37.4%, de la cual el género femenino posee un 40.2% y el masculino un 34.9% de población con

algún tipo de discapacidad (Instituto Nacional de Estadística e Informática, 2016). (Véase Cuadro 13)

Cuadro 13. Población con Alguna Discapacidad Según Grupos de Edad (2012-2013)

GRUPO DE EDAD	TOTAL	HOMBRE	MUJER
Total	100,0	100,0	100,0
Menores de 15 años	13,9	14,9	12,9
De 15 a 29 años	16,0	17,2	14,6
De 30 a 59 años	32,7	33,1	32,3
De 60 a más años	37,4	34,9	40,2

Fuente: Instituto Nacional de Estadística e Informática 2016

Por distribución distrital, el distrito con mayor porcentaje de población con discapacidad en el grupo de menores de 15 años es el distrito de Ventanilla con 20.1%, mientras que el menor es el distrito de La Punta con 7%, en el grupo de 15 a 29 años, el mayor porcentaje se encuentra en el distrito de Mi Perú con 21.7%, en el grupo de 30 a 59 años, el mayor porcentaje se encuentra en el distrito de Ventanilla con 33.7% y finalmente en el grupo de 60 años a más se encuentra en el distrito de La Punta con 66.7% (Instituto Nacional de Estadística e Informática, 2016). (Véase Cuadro 14)

Cuadro 14. Población con Alguna Discapacidad por Distritos (2012-2013)

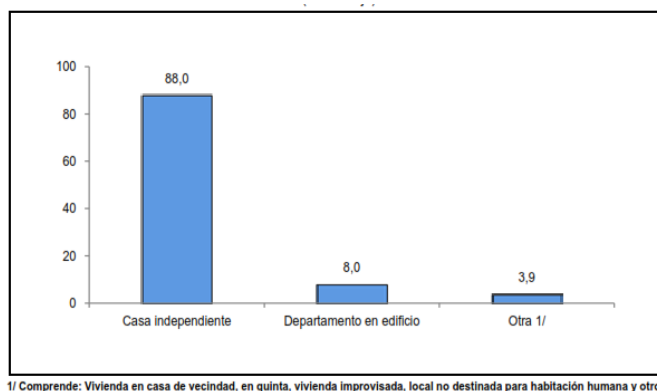
DISTRITOS	GRUPOS DE EDAD				
	TOTAL	MENORES DE 15 AÑOS	DE 15 A 29 AÑOS	DE 39 A 59 AÑOS	DE 60 A MÁS AÑOS
Total	100,0	13,9	16,0	32,7	37,4
Callao	100,0	11,7	14,9	33,1	40,3
Bellavista	100,0	9,8	11,5	29,5	49,2
Carmen de la Legua Reynoso	100,0	10,0	12,2	33,3	44,4
La Perla	100,0	10,8	15,0	31,5	42,8
La Punta	100,0	7,0	5,4	20,9	66,7
Ventanilla	100,0	20,1	19,8	33,7	26,4
Mi Perú	100,0	19,5	21,7	33,4	25,3

Fuente: Instituto Nacional de Estadística e Informática 2016

3.1.4. Características de la Vivienda

Según el Empadronamiento Distrital de Población y Vivienda en el 2013, las viviendas ocupadas de tipo casa independiente ocupa un 88%, seguido del tipo de departamento en edificio con un 8% y un 3.9% del tipo otros (Vivienda en casa de vecindad, vivienda improvisada, local no destinado para uso domiciliario) (Instituto Nacional de Estadística e Informática, 2016). (Véase Figura 8)

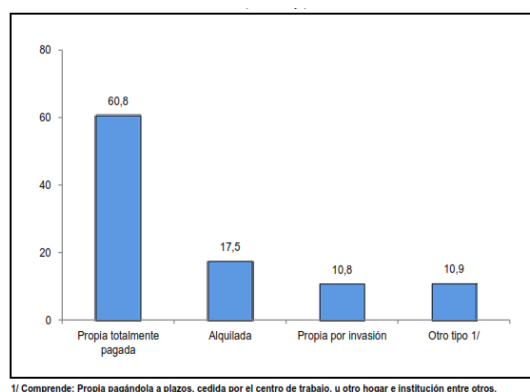
Figura 8. Porcentaje de Viviendas Ocupadas por Tipo de Viviendas (2013)



Fuente: Instituto Nacional de Estadística e Informática 2016

Las viviendas propias totalmente pagadas representaron el 60.8%, seguido de las viviendas alquiladas con un 17.5%, las viviendas propias por invasión con un 10.8% y finalmente 10.9% del tipo otros (Vivienda pagada a plazos, vivienda cedida por un centro laboral, institución de beneficencia pública, ONG, etc.) (Instituto Nacional de Estadística e Informática, 2016). (Véase Figura 9)

Figura 9. Porcentaje de Viviendas Ocupadas por Tenencia de la Vivienda (2013)



Fuente: Instituto Nacional de Estadística e Informática 2016

En la provincia, el promedio del material predominante en las paredes exteriores de la vivienda ocupante es ladrillo o bloque de cemento con un 71.6%, seguido de la madera con un 24.4% y otros tipos como piedra, sillar o cal con un 3.9%. Según la distribución distrital de material predominante en las paredes exteriores, los distritos como Carmen de la Legua, Bellavista y La Perla poseen como material predominante al ladrillo o bloque de cemento, mientras que los distritos de Ventanilla y Mi Perú, poseen como material predominante a la madera (Instituto Nacional de Estadística e Informática, 2016). (Véase Cuadro 15)

Cuadro 15. Viviendas Ocupadas Por Material Predominante en Exteriores Según Distritos (2013)

DISTRITO	TOTAL	LADRILLO O BLOQUE DE CEMENTO	PIEDRA O SILLAR CON CAL O CEMENTO	ADOBE O TAPIA	QUINCHA (CAÑA DE BARRO)	PIEDRA CON BARRO	MADERA	ESFERA	OTRO
Total	100,0	71,6	0,2	1,9	1,5	0,0	24,4	0,1	0,2
Callao	100,0	86,4	0,3	1,4	3,2	-	8,7	0,0	0,1
Bellavista	100,0	96,0	0,1	1,9	0,6	-	1,3	-	0,0
Carmen de la Legua Reynoso	100,0	98,0	0,5	0,3	0,0	0,0	1,2	-	0,0
La Perla	100,0	94,8	0,2	3,1	0,3	0,0	1,5	-	0,1
La Punta	100,0	85,9	0,5	0,3	10,7	-	2,6	-	-
Ventanilla	100,0	39,5	0,1	2,7	0,0	0,0	56,8	0,4	0,5
Mi Perú	100,0	55,1	0,1	0,2	0,0	0,0	43,7	0,3	0,4

Fuente: Instituto Nacional de Estadística e Informática 2016

El material predominante en los pisos de las viviendas ocupadas de la provincia es el cemento que posee un 55.6% de porcentaje mayoritario, le siguen los pisos de losetas con 22.2%, de tierra con 9%, de parquet o madera pulida con 8.7% y otros con 4.5%. Según la distribución distrital, los distritos con mayor predominancia en pisos del tipo cemento son Carmen de la Legua, Ventanilla, Callao y Mi Perú, mientras en pisos del tipo losetas son Bellavista, La Punta, La Perla (Instituto Nacional de Estadística e Informática, 2016). (Véase Cuadro 16)

Cuadro 16. Viviendas Ocupadas Por Material Predominante en el Piso Según Distritos (2013)

DISTRITO	TOTAL	PARQUET O MADERA PULIDA	LÁMINAS ASFÁLTICAS, VINÍLICOS O SIMILARES	LOSETAS, TERRAZOS O SIMILARES	MADERA (ENTABLADOS)	CEMENTO	TIERRA	OTRO MATERIAL
Total	100,0	8,7	3,4	22,2	0,9	55,6	9,0	0,2
Callao	100,0	6,9	4,0	29,3	1,3	54,8	3,7	0,0
Bellavista	100,0	33,0	8,8	34,0	0,4	23,6	0,2	-
Carmen de la Legua	100,0	3,5	1,4	28,0	0,3	66,0	0,9	0,0
Reynoso								
La Perla	100,0	32,5	7,8	33,7	0,3	25,3	0,4	0,0
La Punta	100,0	39,2	4,9	40,9	11,1	3,9	-	-
Ventanilla	100,0	0,8	1,0	1,0	0,6	68,4	20,8	0,5
Mi Perú	100,0	0,4	0,2	0,2	0,5	76,8	12,8	0,1

Fuente: Instituto Nacional de Estadística e Informática 2016

El material predominante en los techos de las viviendas ocupadas de la provincia es el concreto armado con 60.9% de porcentaje mayoritario, le siguen las planchas de calamina con un 26.5%, madera con 9% y otros con 3.5%. Según la distribución distrital, el material de concreto armado es predominante en los distritos Callao, Bellavista, Carmen de la Legua, La Perla y La Punta, mientras que el material de planchas de

calamina, fibra de cemento es predominante en los distritos de Ventanilla y Mi Perú (Instituto Nacional de Estadística e Informática, 2016). (Véase Cuadro 17)

Cuadro 17. Viviendas Ocupadas Por Material Predominante en los Techos Según Distritos (2013)

DISTRITO	TOTAL	CONCRETO ARMADO	MADERA	TEJAS	PLANCHAS DE CALAMINA, FIBRA DE CEMENTO O SIMILARES	CAÑA O ESTERA CON TORTA DE BARRO	ESTERA	PAJA, HOJAS DE PALMERA	OTRO
Total	100,0	60,9	9,0	0,2	26,5	0,3	2,6	0,0	0,4
Callao	100,0	75,5	16,1	0,2	7,0	0,3	0,8	0,0	0,2
Bellavista	100,0	90,8	6,0	0,1	2,9	0,2	0,0	-	0,0
Carmen de la Legua Reynoso	100,0	86,7	3,2	0,2	9,6	0,1	0,1	-	0,1
La Perla	100,0	90,0	6,5	0,1	2,8	0,5	0,0	0,0	0,0
La Punta	100,0	82,2	17,1	-	0,6	0,2	-	-	-
Ventanilla	100,0	27,2	2,5	0,4	62,4	0,5	6,2	0,0	0,8
Mi Perú	100,0	37,6	3,9	0,0	53,1	0,3	4,6	-	0,5

Fuente: Instituto Nacional de Estadística e Informática 2016

De la Norma A.130 - Requisitos de Seguridad, en el del Reglamento Nacional de Edificaciones, se menciona la relación de materiales considerando el tiempo de resistencia al fuego, resultando que los materiales con alta combustibilidad son los materiales precarios, de plásticos, de papeles, de madera, de telas, entre otros; Asimismo, el CGBVP no cuenta con un documento oficial que refiera a lo mencionado en la norma del Reglamento Nacional de Edificaciones. En ese sentido, se elaboró una matriz de vulnerabilidad ante incendios urbanos según el tipo de material predominante en los techos y el tipo de material predominante en las paredes exteriores. (Véase Cuadro 18)

Cuadro 18. Matriz de vulnerabilidad ante incendios urbanos según el material predominante de la vivienda

MATRIZ DE VULNERABILIDAD ANTE INCENDIOS URBANOS SEGÚN EL MATERIAL PREDOMINANTE DE LA VIVIENDA		TIPO DE MATERIAL PREDOMINANTE EN LOS TECHOS							
		CONCRETO ARMADO	MADERA	TEJAS	PLANCHAS DE CALAMINA, FIBRA DE CEMENTO O SIMILARES	CAÑA O ESTERA CON TORTA DE BARRO	ESTERA	PAJA, HOJAS DE PALMERA	OTRO
TIPO DE MATERIAL PREDOMINANTE EN PAREDES EXTERIORES	LADRILLO O BLOQUE DE CEMENTO	BAJO	BAJO	MEDIO	MEDIO	MEDIO	ALTO	ALTO	ALTO
	PIEDRA O SILLAR CON CAL O CEMENTO	BAJO	MEDIO	MEDIO	MEDIO	ALTO	ALTO	ALTO	ALTO
	ADOBE O TAPIA	MEDIO	MEDIO	MEDIO	ALTO	ALTO	ALTO	ALTO	ALTO
	QUINCHA (CAÑA DE BARRO)	MEDIO	MEDIO	ALTO	ALTO	ALTO	ALTO	ALTO	ALTO
	PIEDRA CON BARRO	MEDIO	ALTO	ALTO	ALTO	ALTO	ALTO	ALTO	ALTO
	MADERA	ALTO	ALTO	ALTO	ALTO	ALTO	ALTO	ALTO	ALTO
	ESFERA	ALTO	ALTO	ALTO	ALTO	ALTO	ALTO	ALTO	ALTO
	OTRO	ALTO	ALTO	ALTO	ALTO	ALTO	ALTO	ALTO	ALTO

Fuente: Elaboración Propia

De lo analizado en la matriz de vulnerabilidad ante incendios urbanos, se infiere que los distritos más afectados de la Región Callao de acuerdo con sus porcentajes de material

predominante en los techos y paredes exteriores son en mayor proporción los distritos de Ventanilla y Mi Perú.

3.1.5. Seguridad Pública: Equipamiento Urbano y Atención a Emergencias Urbana

3.1.5.1. Equipamiento Urbano

La Dirección Regional de Salud del Callao (DIRESA), dentro de la Provincia Constitucional del Callao, es la institución encargada de brindar la atención integral de la salud de toda la población del Callao y se organiza a través de 3 redes de salud, las cuales son : (Plan de Desarrollo Urbano Callao, 2010): (Véase Cuadro 19)

1. Red de Salud Bonilla – La Punta, encargada de brindar atención a los distritos de La Punta y Callao Cercado, conformada por 5 microredes, con 18 centros de salud y 2 postas de salud.
2. Red de Salud Bellavista – La Perla – Carmen de la Legua (BEPECA), encargada de brindar atención a los distritos de Bellavista, Carmen de la Legua y La Perla, conformada por 4 microredes, con 15 centros de salud y 2 postas de salud.
3. Red de Ventanilla, encargada de brindar atención a los distritos de Ventanilla y Callao Cercado, conformada por 5 microredes, con 16 centros de salud y 2 postas de salud.

Cuadro 19. Redes y Microredes de Salud (MINSA)

RED DE SALUD BONILLA LA PUNTA	RED DE SALUD DE BEPECA	RED DE SALUD VENTANILLA
MICRORED: MANUEL BONILLA 5 centros Salud	MICRORED: C.S. FAUCETT 3 centros de salud	MICRORED: C.S. 3 DE FEBRERO 4 centros de salud
MICRORED: JOSE OLAYA 3 centros de salud	MICRORED: C.S. SESQUICENTENARIO 4 centros de salud	MICRORED: CLAS C.S.L.F. DE LAS CASAS 3 centros de salud CASAS 3 centros de salud
MICRORED: GAMBETA ALTA 3 centros de salud	MICRORED: C.S. AEROPUERTO 3 centros de salud	MICRORED C.S. ANAGAMOS 3 centros de salud
MICRORED: ACAPULCO	MICRORED: C.S. BELLAVISTA	MICRORED C.S. VENTANILLA

4 centros de salud	5 centros de salud	3 centros de Salud
MICRORED: SANTA FE 3 centros de salud		MICRORED: C.S. MARQUEZ 3 centros de salud
Total: 18 centros de salud	Total: 15 centros de salud	Total: 16 centros de salud

Fuente: Plan de Desarrollo Urbano del Callao 2011-2022

Asimismo, la cantidad de establecimientos de salud por distritos sigue la siguiente distribución: El distrito de Callao Cercado posee 30 establecimientos de salud, distrito con la mayor cantidad de establecimientos de toda la provincia, seguido del distrito de Ventanilla, el cual posee 15 establecimientos de salud y los distritos de Bellavista, La Perla, Carmen de la legua y La Punta respectivamente 3, 2, 2 y 1 establecimiento de salud (Dirección Regional de Salud del Callao, 2012).

Además, la Provincia Constitucional del Callao cuenta con 3 hospitales, 2 policlínicos de EsSalud, 2 policlínicos municipales, 1 centro de salud de la beneficencia pública del callao y 1 instituto de rehabilitación. Por otro lado, el sector privado de salud cuenta con aproximadamente 219 establecimientos de salud (Plan de Desarrollo Urbano Callao, 2010). (Véase Cuadro 20)

Cuadro 20. Establecimientos de Salud del Callao

EQUIPAMIENTO DE SALUD EXISTENTES AÑO: 2010		
CATEGORÍA	INSTITUCIÓN	DISTRITO
II-2 HOSPITAL II	Apoyo San José (MINSA)	Carmen de la Legua
Policlínico	Luis Negreiros (ESSALUD)	Callao
CAP III	Metropolitano (ESSALUD)	La Perla
II-1 HOSPITAL I	De Ventanilla (MINSA)	Ventanilla

Policlínico	Hermana María Donrose Sutmoller (ESSALUD)	Ventanilla
III-1 HOSPITAL III	Nac. Daniel Alcides Carrión	Bellavista
Hospital IV	Alberto Sabogal Sologuren (ESSALUD)	Callao
Hospital	Hospital Naval	Bellavista
Hospital	San Juan de Dios	Bellavista

Fuente: Plan de Desarrollo Urbano del Callao 2011-2022

En relación al equipamiento vehicular de atención a emergencias de la Provincia Constitucional del Callao, el CGBVP posee 10 unidades vehiculares, la DIRESA Callao posee 5 unidades vehiculares y luego los municipios distritales con una cantidad de unidades vehiculares no menor a 2 por distrito.

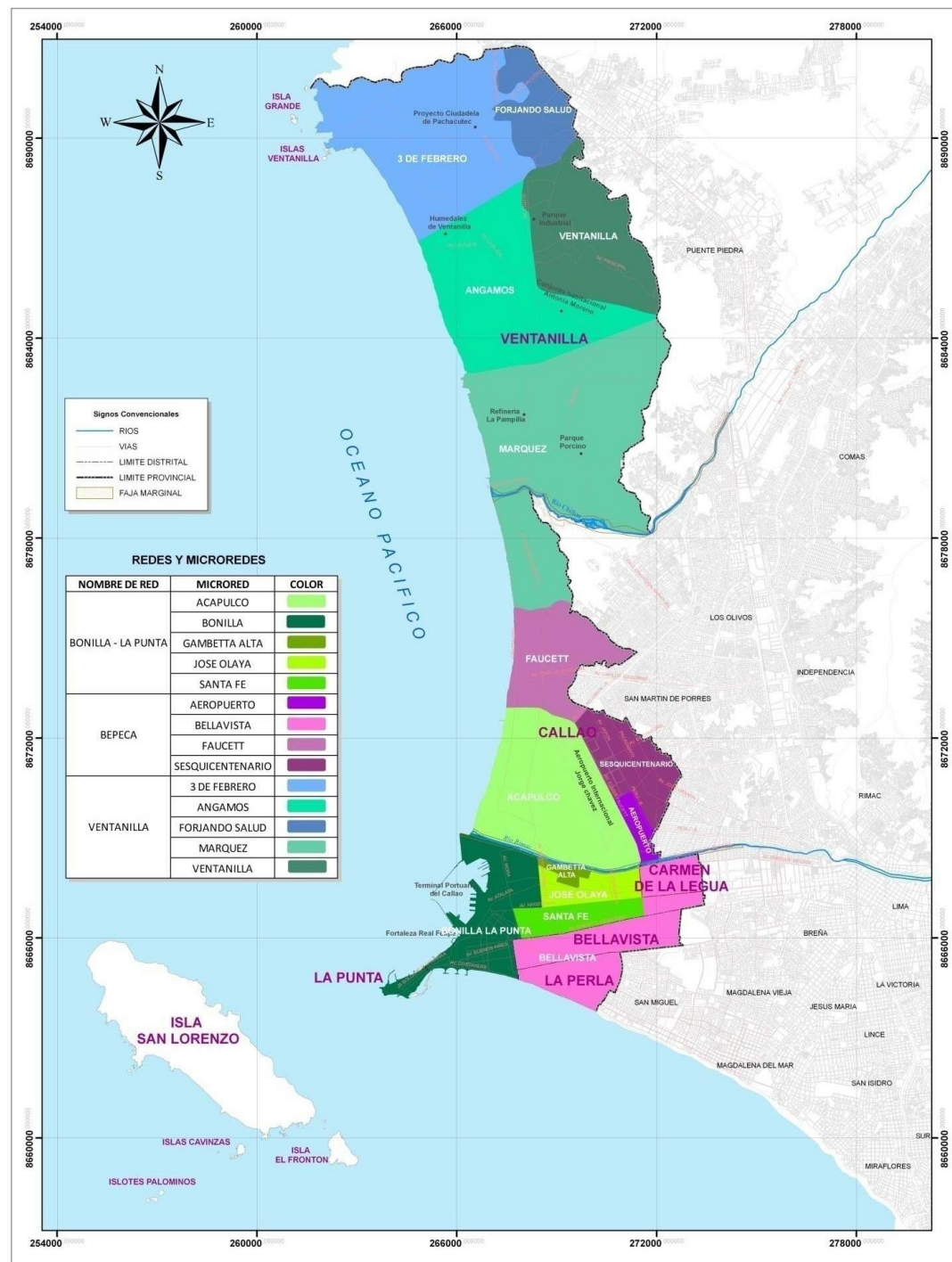
En resumen, existe un total de 32 unidades vehiculares para la atención de 890 887 habitantes en toda la Provincia Constitucional del Callao (Dirección Regional de Salud del Callao, 2012). (Véase Cuadro 21)

Cuadro 21. Relación de Unidades Vehiculares de Atención a Emergencias del Callao (2012)

INSTITUCIONES	AMBULANCIA		UBICACIÓN		DEPENDENCIA		CONDICIÓN		
	N°	TIPO			MICRORED	RED			
DIRESA	5	1	DIRESA (Pool - Reten)	Blanco 24	DIRESA		R		
			Acapulco	Blanco 25	Acapulco	Bonilla - Punta	R		
			Hospital de Ventanilla	Blanco 23	Ventanilla	Ventanilla	M		
				Blanco 28			M		
			Perú Korea – Pachacutec	Blanco 27	03 de Febrero		B		
Cuerpo General de Bomberos Voluntarios del Perú	10	2	GCBVP	CAP – 184	Angamos		Bonilla - Punta	B	
				CAP – 75				B	
				CAP – 1	Bonilla	BEPECA		B	
				CAP - 34				B	
				CAP - 18				B	
				CAP – 9			R		
				CAP – 15	R				
				CAP - 7	R				
				CAP – 5	R				
				CAP - 60	R				
				Hospital Daniel A. Carrion	2	1	Hosp. Daniel A. Carrion		
Hospital San José	3	2	Hosp. San José	San José 1	Bellavista	BEPECA	B		
		1		San José 2			B		
				San José 3			B		
DIRESA	1	1	Perú – Korea Bellavista	Ambulancia				B	
Hospital EsSalud	2	1	EsSalud					B	
M. Distrital de Bellavista	1	1	M. Dist. Bellavista				B		
M. Distrital de Carmen de La Legua	1	1	M. Dist. Carmen de La Legua						
M. Distrital de La Perla	1	1	M. Dist. La Perla				B		
M. Distrital de la La Perla	1	2	M. Dist. La Punta				Punta	Bonilla - Punta	B
M. Prov. Del Callao	2	1	M. Prov. Del Callao				Bonilla	B	
M. Distrital Ventanilla	2	1	M. Dist. De Ventanilla				Ventanilla	Ventanilla	B
TOTAL	32								

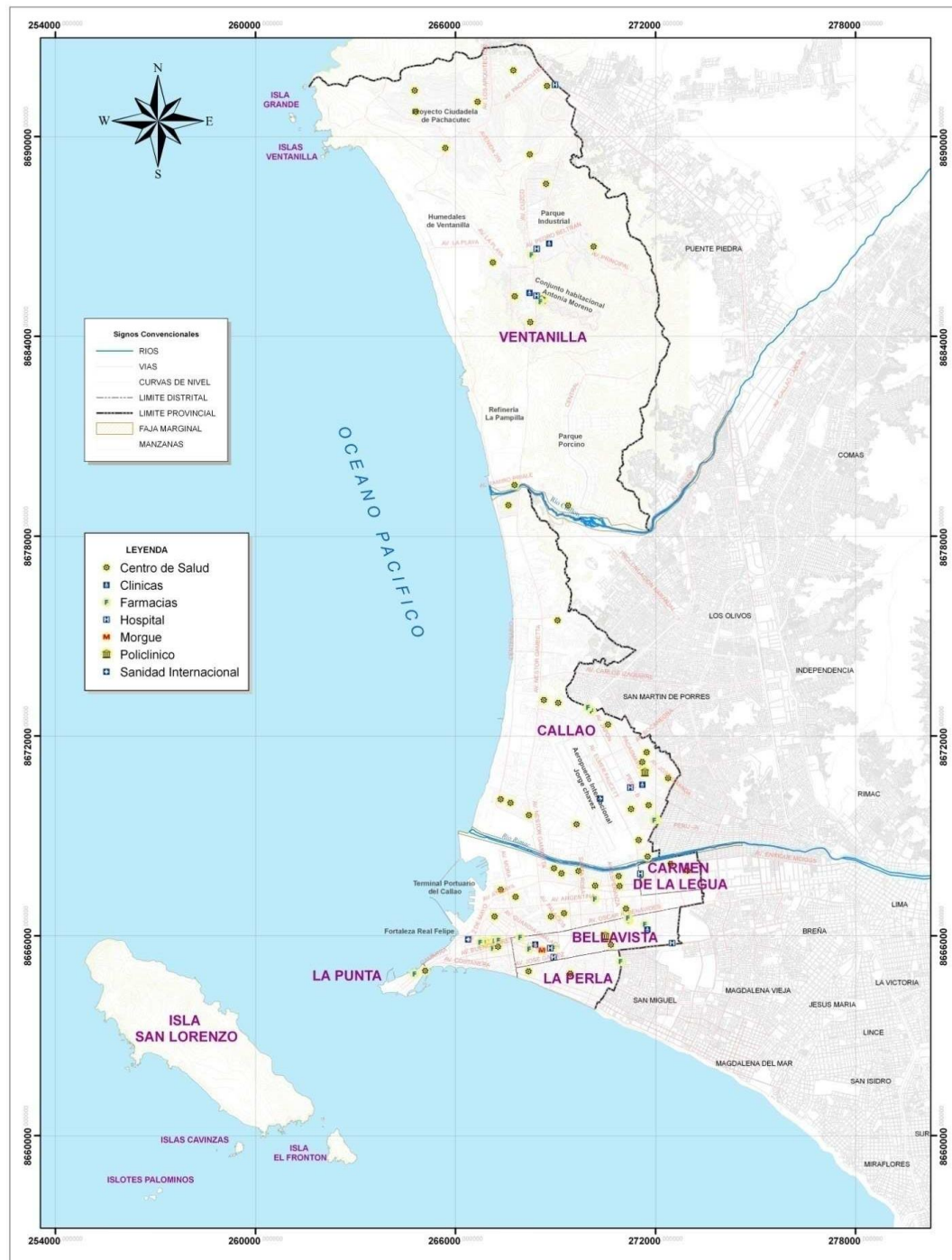
Fuente: Dirección Regional de Salud del Callao

Mapa 8. Distribución de Redes y Microredes de Salud del Callao



Fuente: Plan de Desarrollo Urbano del Callao 2011-2022

Mapa 9. Ubicación de los Establecimientos de Salud del Callao



Fuente: Plan de Desarrollo Urbano del Callao 2011-2022

El Cuerpo General de Bomberos Voluntarios del Perú (2009), relata la creación de las compañías de bomberos del Callao, considerando a la compañía de bomberos Unión Chalaca N° 1, la primera compañía en la jurisdicción de la Provincia Constitucional del Perú siendo fundada en 1860. Posteriormente, se fundaron las siguientes compañías: La compañía de bomberos Italia N° 5 fundada en 1868, la compañía de bomberos Garibaldi N° 7 fundada en 1873, la compañía de bomberos Salvadora Callao N° 9 fundada en 1873, la compañía de bomberos Callao N° 15 fundada en 1894, la compañía de bomberos Perú N° 18 fundada en 1907, la compañía de bomberos La Punta N° 34 fundada en 1945, la compañía de bomberos Antonio Alarco Espinoza N° 60 fundada en 1972, la compañía de bomberos Teniente CBP Lorenzo Giraldo Vega N° 75 fundada en 1986, la compañía de bomberos Brigadier CPB Alejandro Reyes León N° 184 fundada en 2008, la V Comandancia Departamental del Callao fundada en el 2013 y finalmente la reciente inaugurada la compañía de bomberos Adolfo Martín King Leone N° 207 fundada en el 2015.

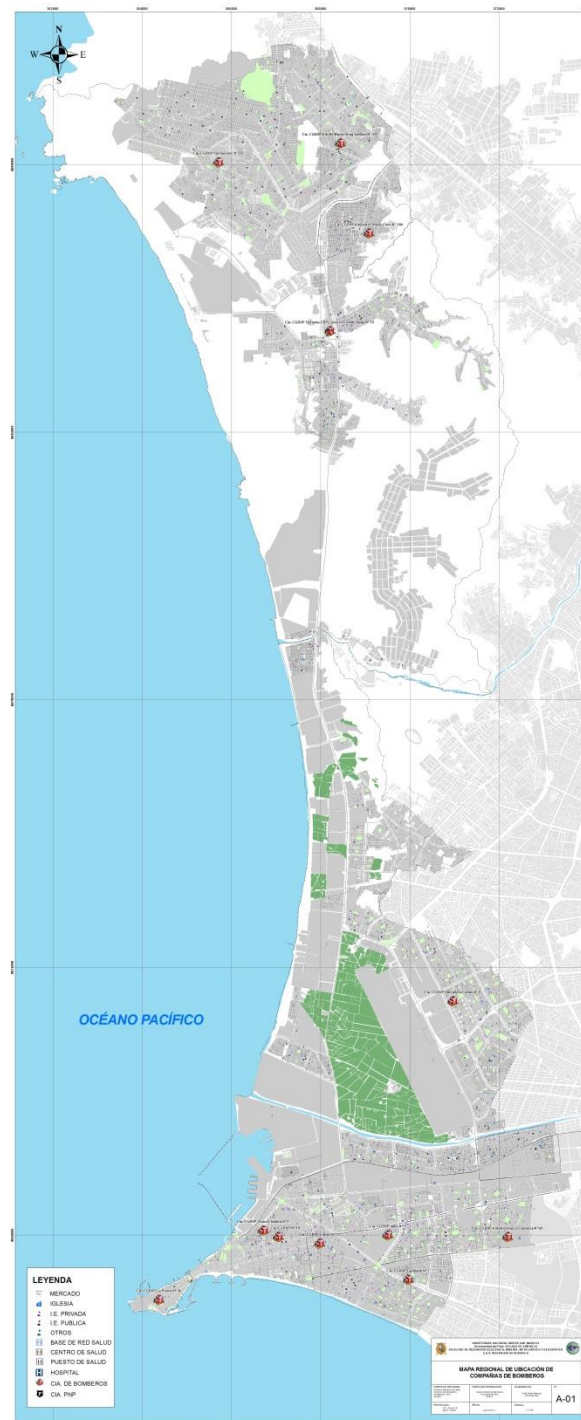
Actualmente, el Cuerpo General de Bomberos Voluntarios del Perú (CGBVP), dentro de la Provincia Constitucional del Callao posee los siguientes 12 establecimientos institucionales para brindar atención a emergencias y 1 comandancia departamental. (Véase Cuadro 22)

Cuadro 22. Compañías de Bomberos del Callao

ITEM	CATEGORÍA	NOMBRE	DISTRITO
01	Comandancia	V Comandancia Departamental del Callao	Bellavista
02	Unidad	Cía. de Bomberos Unión Chalaca N° 1	Callao Cercado
03	Unidad	Cía. de Bomberos Italia N° 5	Bellavista
04	Unidad	Cía. de Bomberos Garibaldi N° 7	La Perla
05	Unidad	Cía. de Bomberos Salvadora Callao N° 9	Callao Cercado
06	Unidad	Cía. de Bomberos Callao N° 15	Bellavista
07	Unidad	Cía. de Bomberos Perú N° 18	Callao Cercado
08	Unidad	Cía. de Bomberos La Punta N° 34	La Punta
09	Unidad	Cía. de Bomberos Antonio Alarco Espinoza N° 60	Bellavista
10	Unidad	Cía. de Bomberos Teniente CBP Lorenzo Giraldo Vega N° 75	Ventanilla
11	Unidad	Cía. de Bomberos Brigadier CPB Alejandro Reyes León N° 184	Mi Perú
12	Unidad	Cía. de Bomberos Adolfo Martin King Leone N° 207	Ventanilla
13	Unidad	Cía. de Bomberos Pachacutec N° 232	Ventanilla

Fuente: Cuerpo General de Bomberos Voluntarios del Perú / Elaboración Propia

Mapa 10. Ubicación de las Compañías de Bomberos del Callao



Fuente: Cuerpo General de Bomberos Voluntarios del Perú / Elaboración Propia

3.1.5.2. *Atención a Emergencias Urbanas*

El Instituto Nacional de Defensa Civil (2017), mediante el Sistema de Información Nacional para la Respuesta y Rehabilitación – SINPAD, registra, administra y gestiona información sobre la evaluación de daños materiales y humanos de situaciones de emergencia y/o desastres a nivel nacional. Desde el 2010 hasta el 2018, en la Provincia Constitucional del Callao, las emergencias por incendio registradas más trascendentales fueron:

1. El 25 de diciembre del 2011 en el distrito del Callao a las 12:15 hrs se produjo un incendio urbano en el 4to sector del AA.HH. Atalaya ubicado entre la Av. Huáscar y Av. Otto Keiffer, obteniendo como resultado que se quemaron las manzanas A, B, C, y D; 46 lotes de material rústico (maderas, esteras y calaminas), los cuales contaban con servicios básicos de agua, desagüe y electricidad. Se tuvo daños humanos y materiales, resultando 46 viviendas colapsadas, 5 viviendas afectadas, 163 personas damnificadas y 25 personas afectadas.
2. El 28 de marzo del 2012 en el distrito del Callao a las 04:00 hrs se produjo un incendio urbano de grandes proporciones ubicado en el AA.HH. Puerto Nuevo, donde se vieron afectadas viviendas de material rústico (madera), las cuales contaban con servicios de luz, agua y desagüe. Se tuvo daños humanos y materiales, resultando 22 viviendas colapsadas, 1 vivienda afectada, 207 personas damnificadas y 27 personas afectadas.
3. El 18 de abril del 2013 en el distrito del Callao a las 13:15 hrs se produjo incendio urbano ubicado entre el Jr. Arequipa Norte N° 167, propagándose al Jr. Cuzco N°144-162 y Jr. Montezuma N°940. El origen del incendio fue la manipulación de fósforos

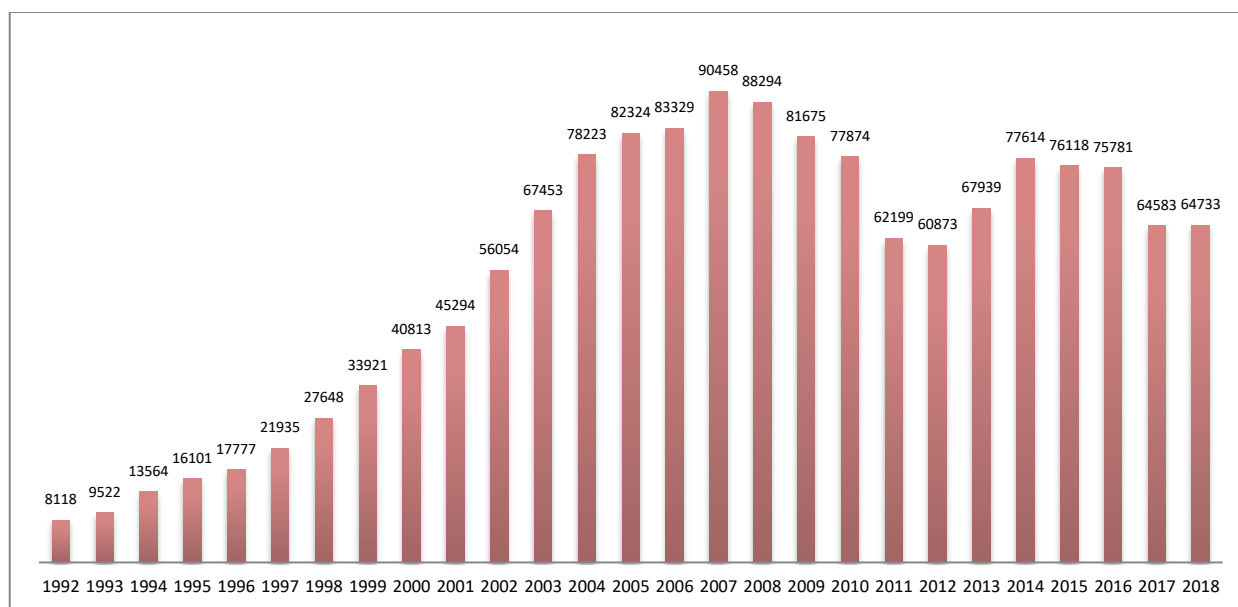
por infantes, en el interior de una vivienda del Jr. Arequipa Norte. Se tuvo daños humanos y materiales, resultando 49 viviendas colapsadas, 1 persona fallecida y 189 personas damnificadas.

4. El 30 de octubre del 2013 en el distrito del Callao a las 14:00 hrs se produjo un incendio urbano de grandes proporciones, involucrando los asentamientos humanos: Progreso, Señor de Luren, Nueva esperanza, 1ro. de Julio y 25 de febrero, ubicadas a la altura de la intersección de las avenidas Elmer Faucett y Morales Duarez; dichas viviendas en su mayoría eran de material precario. Se tuvo daños humanos y materiales, resultando 185 viviendas colapsadas, 2 personas heridas y 798 personas damnificadas.
5. El 22 de junio del 2015 en el distrito del Callao a las 23:00 hrs se produjo un incendio urbano en el AA.HH. Canadá afectando varias viviendas ubicadas en las manzanas B, C, D, E, G y I. Se tuvo daños humanos y materiales, resultando 4 viviendas inhabitables, 45 viviendas colapsadas, 16 viviendas afectadas, 195 personas damnificadas y 15 personas afectadas. El Gobierno Regional del Callao a través de la GRDNSCYDC asumió la atención de esta emergencia y realizó la entrega de ayuda humanitaria a la población afectada por el fenómeno, entregando 33 bidones de agua, 33 camas plegables, 33 carpas familiares, 33 colchones y 33 frazadas.
6. El 28 de noviembre del 2015 en el distrito del Callao a las 14:07 hrs. se produjo un incendio urbano en el AA.HH. Puerto Nuevo, las viviendas contaban con servicios básicos de agua, desagüe y algunas instalaciones informales de luz. Se tuvo daños humanos y materiales, resultando 32 viviendas colapsadas y 194 personas damnificadas.

7. El 04 de octubre del 2016 en el distrito del Callao a las 10:13 hrs se produjo un incendio urbano en la Mz A Lote 04 y 05 del AA.HH. Víctor Raúl Haya de la Torre, en una vivienda multifamiliar de material precario. Se tuvo daños humanos y materiales, resultando 3 personas damnificadas, 9 personas afectadas, 1 vivienda colapsada y 1 vivienda afectada.
8. El 19 de septiembre del 2017 en el distrito del Callao a las 07:30 hrs se produjo un incendio en la Mz N Lote 23 de la Urb. San Juan Masías, en una vivienda de material noble. Se tuvo daños humanos y materiales, resultando 7 personas afectadas y 1 vivienda afectada.
9. El 22 de septiembre del 2017 en el distrito del Callao a las 03:00 hrs se produjo un incendio en la Mz M2 Lote 11 y 12 del AA.HH. Francisco Bolognesi, en una vivienda de material precario. Se tuvo daños humanos y materiales, resultando 6 personas damnificadas, 5 personas afectadas, 1 vivienda colapsada y 1 vivienda afectada.
10. El 13 de febrero del 2018 en el distrito del Callao a las 14:15 hrs se produjo un incendio en la Mz R2 Lote 24 de la Urb. Inresa, en una vivienda de material precario. Se tuvo daños humanos y materiales, resultando 5 personas afectadas y 1 vivienda afectada.
11. El 17 de marzo del 2018 en el distrito del Callao a las 08:55 hrs se produjo un incendio en la Mz. D Lote 10 y 11 del AA.HH. Víctor Raúl Haya de la Torre, en una vivienda de material precario. Se tuvo daños humanos y materiales, resultando 5 personas damnificadas, 8 personas afectadas, 1 vivienda colapsada y 1 vivienda afectada.

Asimismo, según las estadísticas en materia de atención a emergencias de la Central de Llamadas de Emergencia del Cuerpo General de Bomberos Voluntarios del Perú (CGBVP), se observó en el periodo 1992-2018, un incremento exponencial con puntos máximos de 90 458, 88 294 y 83 329 de emergencias atendidas a nivel nacional, en los años 2007, 2008 y 2006 respectivamente, con un promedio anual aproximado de 53 897 emergencias atendidas. En el 2018, se tienen 64 733 emergencias atendidas. (Véase Figura 11)

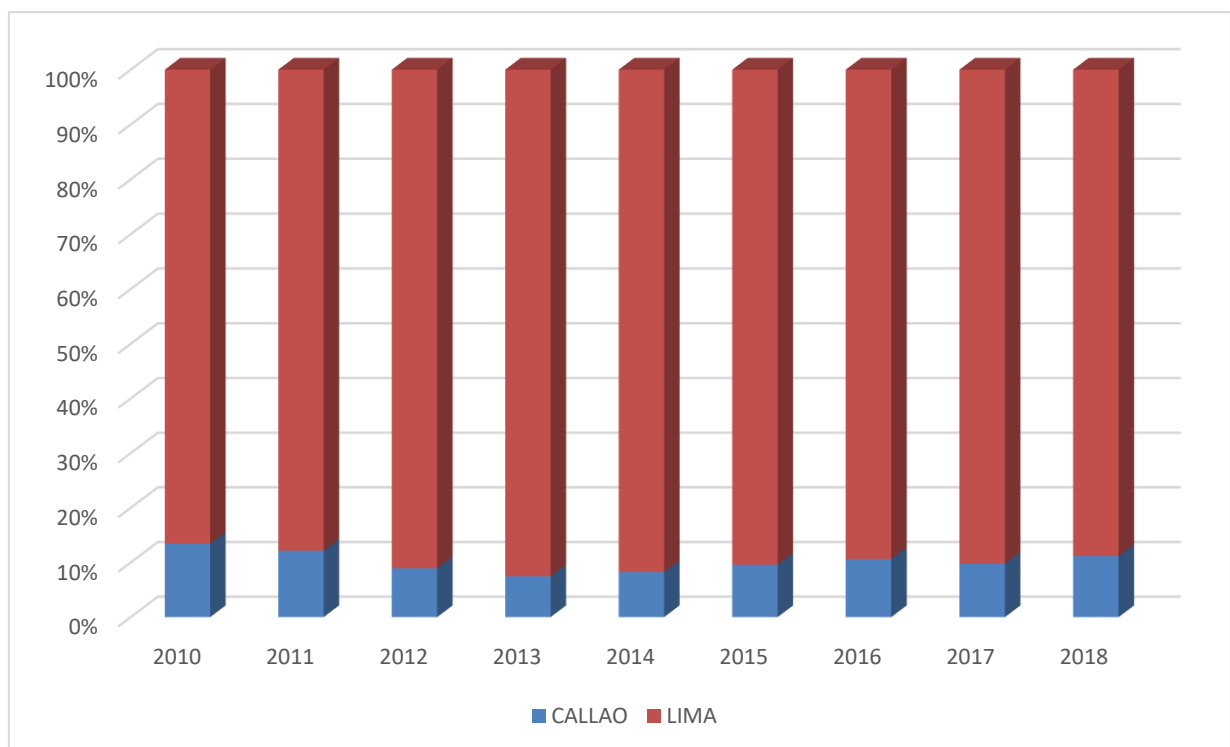
Figura 11. Evolución de Emergencias Atendidas a Nivel Lima, Callao e Ica (1992 - 2018)



Fuente: Cuerpo General de Bomberos Voluntarios del Perú / Elaboración Propia

En el periodo 2010 - 2018, el 10% del promedio total de emergencias atendidas a nivel Lima, Callao e Ica, le pertenece a la Provincia Constitucional del Callao. Siendo en el año 2018 el 11% del total de emergencias atendidas por el CGBVP, equivalente a 7 234 emergencias atendidas en el ámbito de la Provincia Constitucional del Callao. (Véase Figura 12)

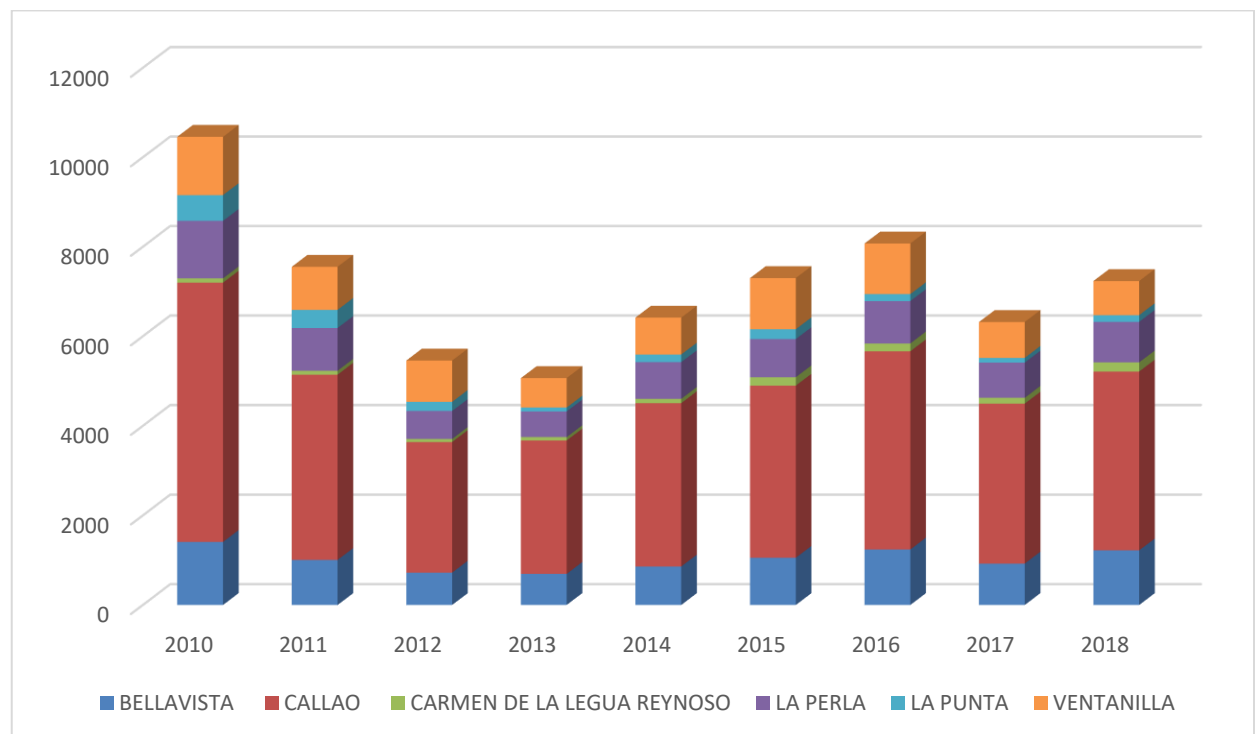
Figura 12. Porcentaje por Emergencias Atendidas



Fuente: Cuerpo General de Bomberos Voluntarios del Perú / Elaboración Propia

En la Provincia Constitucional del Callao, se tiene como punto máximo 10 457 emergencias atendidas en el 2010 y como punto mínimo 5 066 emergencias atendidas en el 2013, con un promedio anual aproximado de 7 097 emergencias atendidas. En el año 2018, tuvo 7 234 emergencias atendidas durante todo el año, siendo Callao Cercado el distrito de mayor demanda de emergencias atendidas (1 205 emergencias atendidas). (Véase Figura 13)

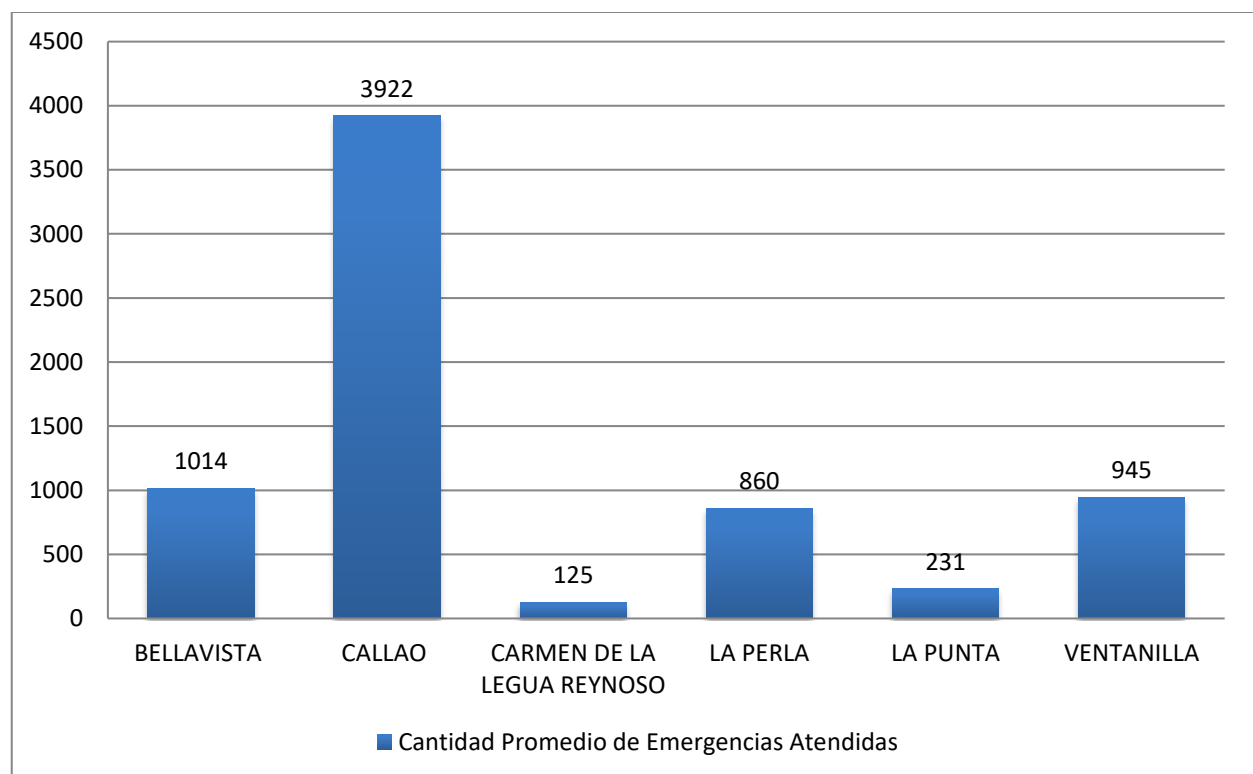
Figura 13. Evolución de Emergencias Atendidas a Nivel Callao por Distritos (2010 - 2018)



Fuente: Cuerpo General de Bomberos Voluntarios del Perú / Elaboración Propia

Por cantidades promedios de emergencias atendidas, en la Provincia Constitucional del Callao se distribuye de la siguiente manera: 3 922 emergencias atendidas para el distrito Callao Cercado, 1 014 y 945 emergencias atendidas para los distritos Bellavista y Ventanilla, este último considera también las emergencias atendidas dentro del ámbito del distrito de Mi Perú, 860 emergencias atendidas para el distrito de La Perla, 231 emergencias atendidas para el distrito de La Punta y 125 emergencias atendidas para el distrito Carmen de la Legua. (Véase Figura 14).

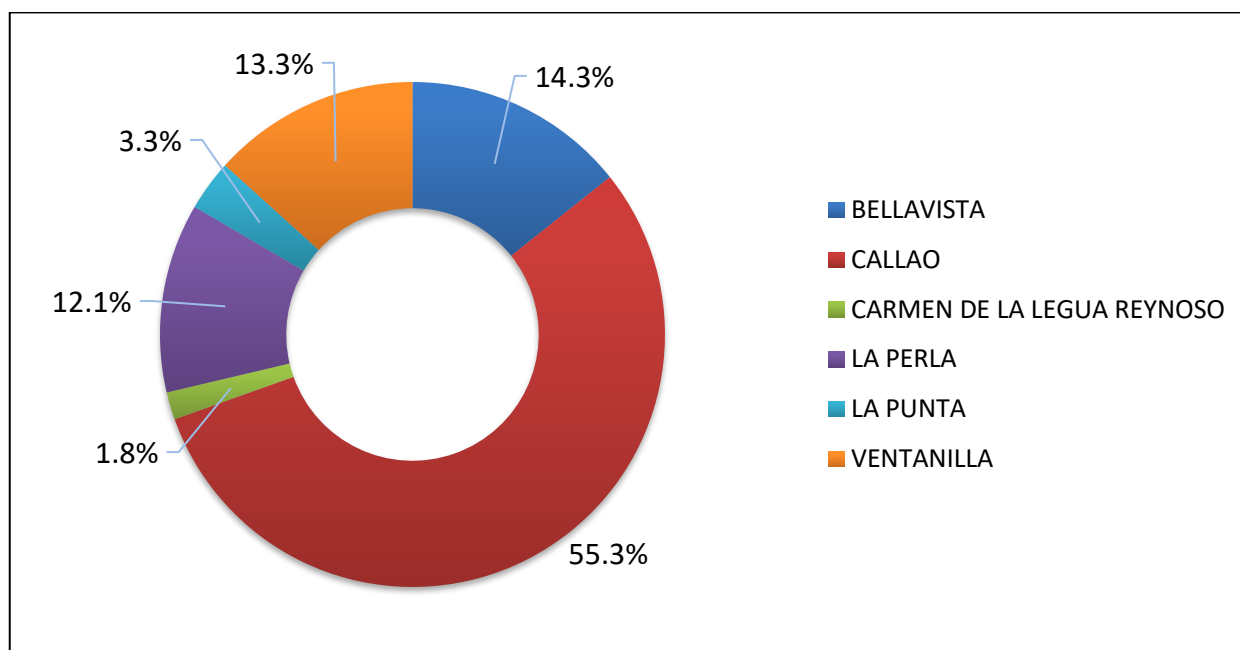
Figura 14. Cantidades Promedio de Emergencias Atendidas por Distritos



Fuente: Cuerpo General de Bomberos Voluntarios del Perú / Elaboración Propia

Por porcentajes de emergencias atendidas, en la Provincia Constitucional del Callao se distribuye de la siguiente manera: 55% para el distrito Callao Cercado, 14% para los distritos Bellavista y Ventanilla, 12% para el distrito La Perla, 3% para el distrito de La Punta y 2% para el distrito Carmen de la Legua. Siendo el porcentaje mayoritario para el distrito Callao Cercado y el porcentaje minoritario para el distrito Carmen de la Legua. (Véase Figura 15)

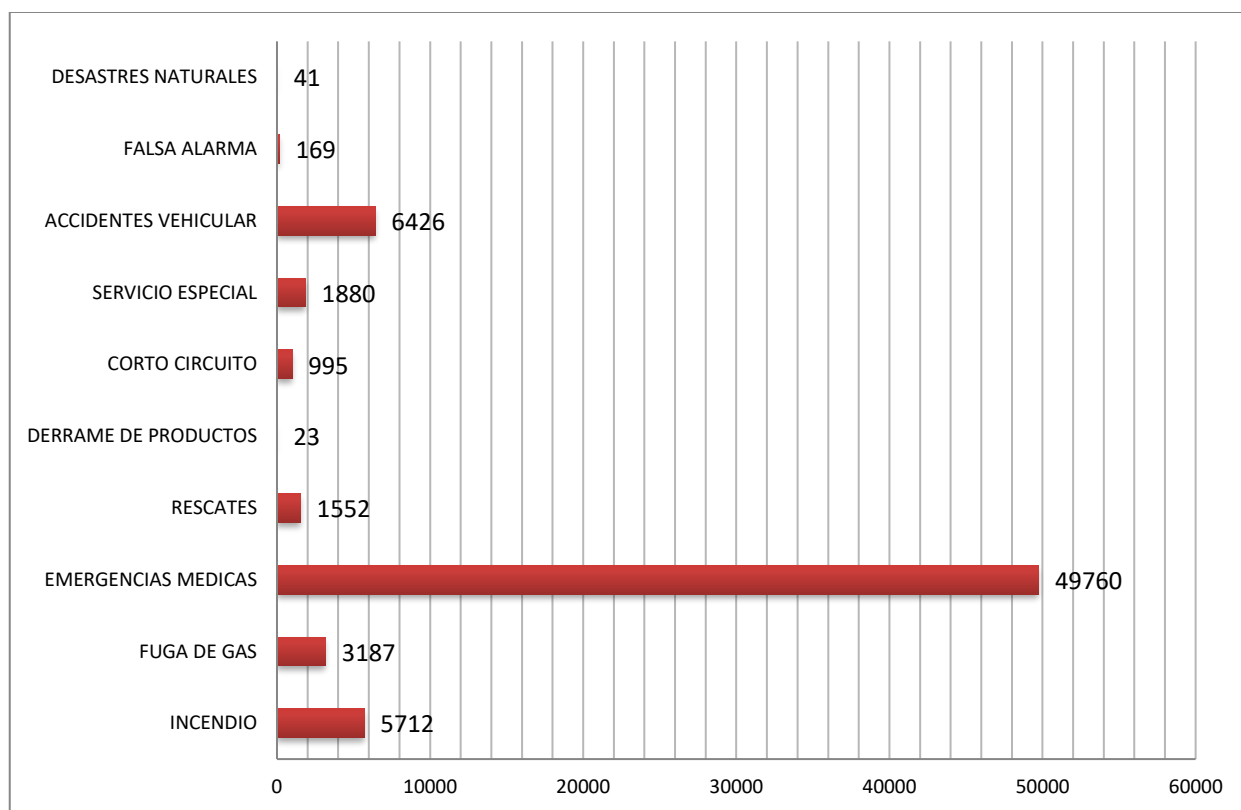
Figura 15. Porcentaje de Emergencias Atendidas por Distritos



Fuente: Cuerpo General de Bomberos Voluntarios del Perú / Elaboración Propia

Según el tipo de emergencias atendidas, en la Provincia Constitucional del Callao se distribuye de la siguiente manera: Con una cantidad promedio anual de 69 746 emergencias atendidas, de las cuales 49 760 son del tipo de emergencias médicas, 6 426 son del tipo accidente vehicular, 5 712 son del tipo incendio, 3 187 son del tipo fuga de gas, 1 880 son del tipo servicio especial, 1 552 son del tipo rescate, 995 son del tipo corto circuito, 169 son del tipo falsa alarma, 41 son del tipo atención de desastres naturales y 23 del tipo atención de derrame de productos tóxicos. (Véase Figura 16)

Figura 16. Clasificación por Tipo de Emergencia Atendida



Fuente: Cuerpo General de Bomberos Voluntarios del Perú / Elaboración Propia

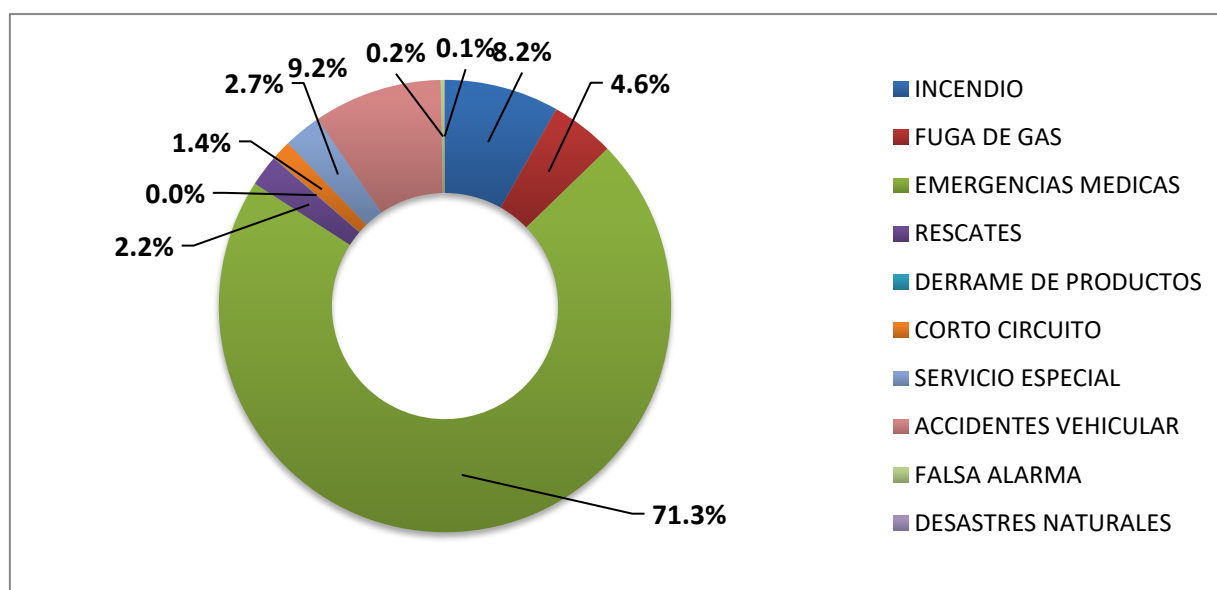
Teniendo el siguiente ranking por tipo de emergencias atendidas:

- | | |
|------------------------|----------------------------------|
| 1. Emergencias Médicas | 6. Rescate |
| 2. Accidente Vehicular | 7. Corto Circuito |
| 3. Incendio | 8. Falsa Alarma |
| 4. Fuga de Gas | 9. Desastres Naturales |
| 5. Servicio Especial | 10. Derrame de Productos Tóxicos |

Por porcentaje de tipo de emergencias atendidas, se distribuye de la siguiente manera:

De un total de promedio anual de 69 746 emergencias atendidas, el 71% son del tipo emergencias médicas, 9% son de los tipos accidente vehicular, 8% del tipo incendio, 5% del tipo fuga de gas, 3% del tipo servicio especial, 2% del tipo rescate, 2% del tipo corto circuito y en porcentajes minoritarios a los tipos falsa alarma, desastres naturales y derrame de productos tóxicos. (Véase Figura 17)

Figura 17. Clasificación por Tipo de Emergencia Atendida



Fuente: Cuerpo General de Bomberos Voluntarios del Perú / Elaboración Propia

CAPÍTULO IV

METODOLOGIA

4.1. Metodología

La metodología para la localización de nuevas instalaciones aptas para el establecimiento de compañías de bomberos es una propuesta metodológica basada en los lineamientos y estándares de la Asociación Internacional para la Protección contra Incendios o National Fire Protection Association (NFPA) fundada en 1896, la cual recomienda el uso de aplicaciones de tecnología GIS en la gestión pública de servicios públicos, tales como las compañías de bomberos; y observaciones proporcionadas por personal profesional relacionado en temas de atención a emergencias.

Dentro de los programas de aplicaciones temáticas de ESRI, se encuentra el programa de “*ESRI – Public Safety: Fire, Rescue, and Emergency Medical Services*” ó “ESRI – Seguridad Pública: Servicio de Atención a Incendios, Rescate y Emergencias Médicas”, este programa comprende conceptos y herramientas para la automatización de la información geográfica en estos tres diferentes escenarios y desarrolla pautas referenciales para las tareas de planificación y mitigación, evaluación de riesgo, operaciones de respuesta, acciones de rescate y atención de emergencias médicas y la atención de incendios urbanos y forestales.

Según la Alianza Nacional para la Seguridad Pública y GIS o National Alliance for Public Safety GIS (NAPSG), los beneficios del uso de los sistemas de información geográfica en las compañías de bomberos serán representados en el mejoramiento de todas las acciones que implica la atención a emergencias, como la valoración de riesgo, acciones de respuesta a emergencias, rutas de evacuación, identificación de damnificados y afectados, etc. (Véase Cuadro 23)

Cuadro 23. Enfoque de Beneficios del uso de un SIG/GIS

PLANIFICACIÓN	PREPARACIÓN	RESPUESTA	RECUPERACIÓN
<ul style="list-style-type: none"> • Inspecciones • Valoración de Riesgo • Análisis de Peligros • Valoración de Vulnerabilidad • Programas de Planificación • Información Pública Actualizada • Desarrollo de Escenarios • Productos: Mapa de Ubicación de Cía. de Bomberos, Mapa de Ubicación de Incidentes, Mapa de Áreas de Servicio, etc. 	<ul style="list-style-type: none"> • Gestión de Recursos Activos • Capacidad de Respuesta • Pre-planeamiento de Operaciones • Análisis de Rutas y Despliegue • Acciones de Mitigación • Fortalecimiento de Capacidades y Entrenamiento • Gestión Presupuestal 	<ul style="list-style-type: none"> • Coordinación Multidisciplinaria • Acción de Búsqueda y rescate • Administración de Recursos e incidentes • Evacuación Civil • Rutas de Evacuación • Sistema de Alerta Temprana • Comando y Control • Identificación de Peligros Ambientales • Análisis y Seguimiento de Materiales Peligrosos 	<ul style="list-style-type: none"> • Valoración de Daños • Logística y Documentación • Identificación de Damnificados y Afectados • Ayuda Humanitaria • Restauración de Infraestructuras • Remoción de Escombros • Recuperación Pública

Fuente: <https://www.napsfoundation.org/> / Elaboración y Traducción Propia

Los sistemas de información geográfica proporcionan una comprensión completa de todos los elementos geográficos, peligros y vulnerabilidades, los cuales son parámetros

importantes en la atención a emergencias. Asimismo, el acceso a información y datos de las compañías de bomberos permiten mejorar enormemente la calidad que brinda este servicio público, realizando una adecuada colocación, un despliegue rápido y una óptima utilización de todos sus recursos, para dar una respuesta eficaz ante un evento o emergencia.

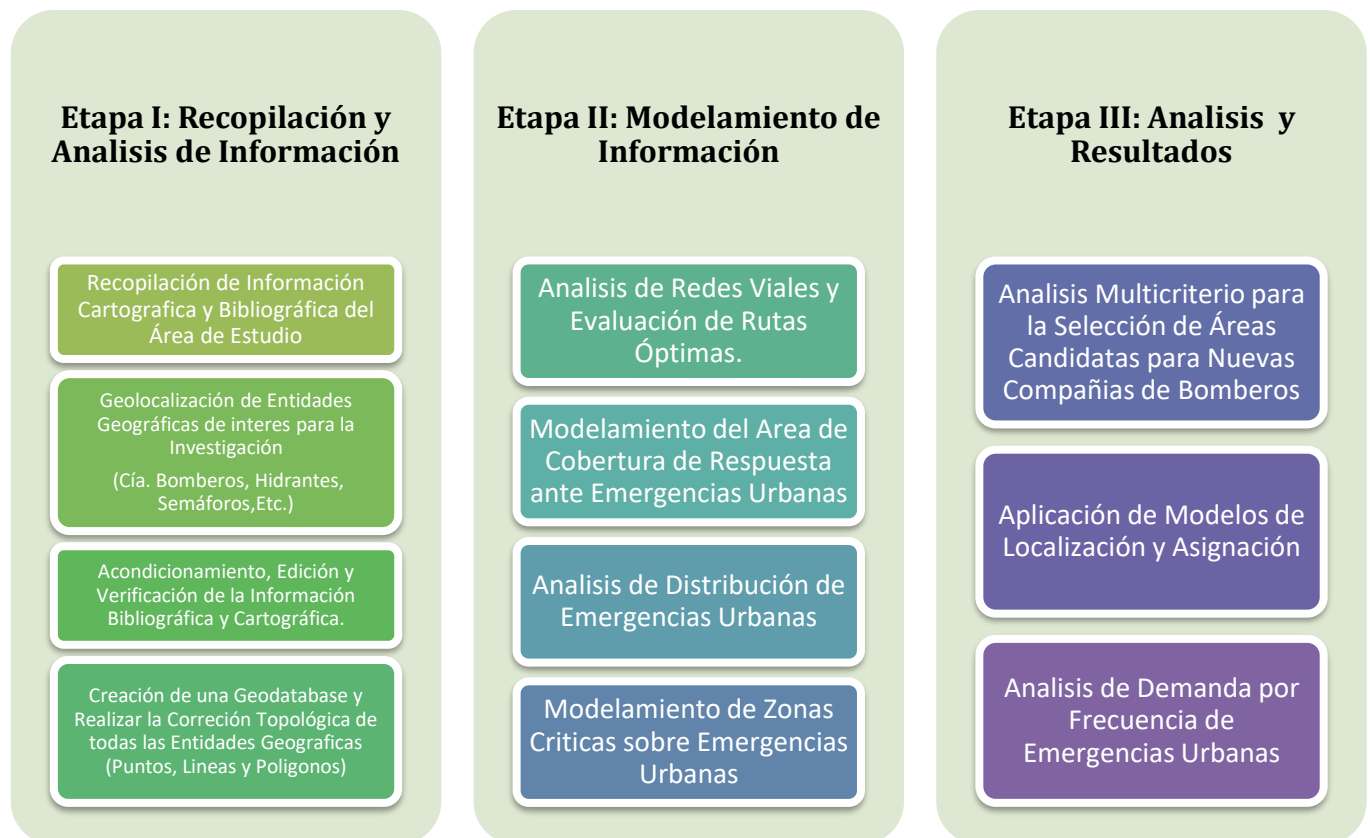
Esta investigación se realizó en el ámbito territorial de la Provincia Constitucional del Callao, abarcando sus 7 distritos (Bellavista, Callao Cercado, Carmen de la Legua, La Perla, La Punta, Ventanilla y Mi Perú). Esta área de estudio posee un riesgo latente debido a su ubicación geográfica, a través del riesgo por inundación de tsunami y ocurrencia de sismos, además de los riesgos por factores antrópicos, como es el caso de las emergencias urbanas, incendios, amagos de fuego, etc. De esta forma, a través de un sistema de información geográfica se busca realizar una planificación adecuada con sustento técnico para la implementación de nuevas compañías de bomberos.

El software GIS usado en la elaboración de esta investigación es el ArcGIS Desktop 10x, y las diferentes extensiones que posee, dentro del cual las más importantes son: Análisis Espacial (Spatial Analyst) y Análisis de Redes (Network Analyst).

Esta metodología está comprendida en las siguientes etapas: **ETAPA I: Recopilación y Análisis de Información, ETAPA II: Modelamiento de Escenarios y ETAPA III: Análisis de Resultados.**

A continuación, se muestra el esquema metodológico: (Véase Figura 18)

Figura 18. Esquema Metodológico



Fuente: Elaboración Propia.

4.1.1. *Etapa I: Recopilación y Análisis de Información*

4.1.1.1. *Recopilación de Información Cartográfica y Bibliográfica del Área de Estudio*

Esta etapa consistió, en la búsqueda de toda información cartográfica y bibliográfica de la Provincia Constitucional del Callao, como registros históricos de emergencias, información vectorial cartográfica (manzanas, vías, áreas verdes, etc.), planos catastrales, estudios técnicos de proyectos, planes de desarrollo urbano distritales, provinciales o regionales, informes semestrales y/o anuales de instituciones dentro de la Provincia Constitucional del Callao, etc.

A continuación, se detalla la relación de información recopilada: (Véase Cuadro 24)

Cuadro 24. Relación de Información Recopilada

ITEM	INSTITUCIÓN	TIPO DE INFORMACIÓN
01	Cuerpo General de Bomberos Voluntarios del Perú	<ul style="list-style-type: none"> Registros de emergencias atendidas de Lima y Callao, del 2015-2017. Registro de ubicación de las Compañías de Bomberos.
02	Gobierno Regional del Callao	<ul style="list-style-type: none"> Información cartográfica del Geoportal Cartográfico GeoCallao. Información cartográfica y bibliográfica de la ZEE Callao.
03	DIRESA Callao	<ul style="list-style-type: none"> Registros de ubicación de centros de salud y hospitales.
04	HERE	<ul style="list-style-type: none"> Información cartográfica sobre tráfico y redes viales.
05	SEDAPAL	<ul style="list-style-type: none"> Registros de ubicación de hidrantes de agua.
06	Superintendencia Nacional de Bienes Estatales	<ul style="list-style-type: none"> Información cartográfica de bienes estatales dentro de la Provincia Constitucional del Callao.
07	Instituto Geográfico Nacional	<ul style="list-style-type: none"> Limites políticos referenciales.

Fuente: Elaboración Propia.

Posteriormente, se evaluó el estado de la información recopilada y se designó las siguientes actividades preliminares, como actividades de acondicionamiento para su uso dentro del entorno GIS (Software ArcGIS):

1. Para el caso de entidades geográficas tipo punto, como los registros bibliográficos sobre la ubicación de centros de salud (Fuente Cartográfica: DIRESA Callao), compañías de bomberos (Fuente Cartográfica: CGBVP), semáforos (Fuente Cartográfica: HERE), hidrantes de agua (Fuente Cartográfica: SEDAPAL), etc. Se realizó actividades de geolocalización.
2. Para el caso de entidades geográficas tipo lineal, como redes viales (Fuente Cartográfica: GeoCallao y HERE), ríos (Fuente Cartográfica: GeoCallao), bermas (Fuente Cartográfica: GeoCallao). Se designó actividades de acondicionamiento y edición cartográfica.
3. Para el caso de entidades geográficas tipo poligonal, como manzanas catastrales (Fuente Cartográfica: GeoCallao), áreas verdes (Fuente Cartográfica: GeoCallao), áreas de bienes estatales (Fuente Cartográfica: Superintendencia Nacional de Bienes Nacionales) y límites territoriales (Fuente Cartográfica: Instituto Geográfico Nacional). Se designó actividades de acondicionamiento y edición cartográfica.





4.1.1.2. Geolocalización de Entidades Geográficas de interés para la Investigación

En el caso de las entidades geográficas tipo punto, se realizó la actividad de geolocalización, la cual consiste en ubicar geográficamente su dirección o coordenadas geográficas dentro del software de Google Earth o ArcGIS.

1. Compañías de Bomberos


La Provincia Constitucional del Callao, cuenta con 12 compañías de bomberos, las cuales brinda el servicio de atención a emergencias dentro de la provincia, estas 12 compañías de bomberos fueron ubicadas en Google Earth, de acuerdo con su dirección proporcionada por el Cuerpo General de Bomberos Voluntarios del Perú. (Véase Cuadro 25)

Cuadro 25. Relación de Compañías de Bomberos en el Callao

ITEM	NOMBRE	DIRECCIÓN	DISTRITO	FUENTE	FOTOGRAFIA
1	Cía. CGBVP N° 18	Jr. Puno N° 137	Callao	CGBVP	
2	Cía. CGBVP Unión Chalaca N° 1	Av. Dos De Mayo N° 375	Callao	CGBVP	
3	Cía. CGBVP Italia N° 5	Av. Alejandro Granda con Ca. Manuel Elías Bonnemaïson, Mza E3	Bellavista	CGBVP	
4	Cía. CGBVP Garibaldi N° 7	Av. La Marina Cdra. 40	La Perla	CGBVP	

APLICACIÓN DE MODELOS DE LOCALIZACIÓN – ASIGNACIÓN Y EVALUACIÓN MULTICRITERIO PARA LA LOCALIZACIÓN DE NUEVAS INSTALACIONES DE COMPAÑÍAS DE BOMBEROS EN EL AMBITO DE LA PROVINCIA CONSTITUCIONAL DEL CALLAO

5	Cía. CGBVP Salvadora Callao N° 9	Jr. Pedro Ruiz Gallo N° 246	Callao	CGBVP	
6	Cía. CGBVP Callao N° 15	Jr. Los Heros N° 151	Bellavista	CGBVP	
7	Cía. CGBVP La Punta N° 34	Av. Bolognesi N° 133	La Punta	CGBVP	
8	Cía. CGBVP Antonio Alarco Espinoza N° 60	Jr. Cóndores N° 591	Bellavista	CGBVP	
9	Cía. CGBVP Teniente CBP Lorenzo Giraldo Vega N° 75	Ca. 7 (Psje. Las Palomas), Mza. C9, Lotes 9, 10 Y 11	Ventanilla	CGBVP	
10	Cía. CGBVP Alejandro Reyes León N° 184	Av. Puno Mza. F Lt.1, Sector F	Mi Peru	CGBVP	
11	Cía. CGBVP Adolfo Martin King Leoane N° 207	Av. Panamá Mza. "K" Lote 1 "A" Del AA. HH. Nuevo Progreso	Ventanilla	CGBVP	

12	Cía. CGBVP Pachacutec N° 232	Mza A Lote 2a Sector Plaza Y Equipamiento Distrital	Ventanilla	CGBVP	
----	------------------------------	---	------------	-------	---

Fuente: Cuerpo General de Bomberos Voluntarios del Perú / Elaboración Propia.

Luego de ubicar las 12 compañías de bomberos y crear su respectiva marca de posición, se procedió a la creación de un archivo *KML*, para su importación en el software ArcGIS. (Véase Foto 13)

Foto 13. Ubicación de Compañías de Bomberos en Google Earth



Fuente: Google Earth / Elaboración Propia

2. Establecimientos de Salud

La Provincia Constitucional del Callao, cuenta con 3 redes de salud, 46 centros de salud y 11 Hospitales (7 Hospitales MINSA y 3 Hospitales ESSALUD), las cuales brindan el servicio de atención a emergencias médicas dentro de la provincia, estos 57 establecimientos de salud fueron ubicadas en Google Earth, de acuerdo con su dirección proporcionada por la Dirección Regional de Salud Callao (DIRESA CALLAO). (Véase Cuadro 26)

La distribución distrital de establecimientos de salud es: Callao Cercado con 34 establecimientos de salud, Bellavista con 6 establecimientos de salud, Carmen de la Legua con 2 establecimientos de salud, La Perla con 2 establecimientos de salud, La Punta con 1 establecimiento de salud, Ventanilla con 16 establecimientos de salud y Mi Perú con 1 establecimiento de salud.

Cuadro 26. Relación de Establecimientos de Salud en el Callao

ÍTEM	NOMBRE	DISTRITO	DIRECCIÓN
1	C.S. Manuel Bonilla	Callao	Av. Almirante Miguel Grau N° 1015
2	C.S. Alberto Barton	Callao	Jr. Lazareto Tirado 515 Cercado Callao
3	C.S. San Juan Bosco	Callao	Jr. Nauta 154 Callao Urb. Sta. Marina Norte
4	C.S. Puerto Nuevo	Callao	Local Comunal AA.HH. Puerto Nuevo S/N
5	C.S. La Punta	La Punta	Av. Grau N° 1002 - La Punta
6	C.S. Santa Fe	Callao	Av. Alfredo Palacios Cdra. 5
7	C.S. José Boterín	Callao	Parque N° 3 AA.HH. José Boterín
8	C.S. Callao	Callao	Calle Canchones N° 294 – Urb. Tarapacá
9	C.S. José Olaya	Callao	Jr. Junín PP.JJ. José Olaya

10	C.S. Miguel Grau	Callao	Alt. Cdra.10 Av. Túpac Amaru – PP.JJ. Miguel Grau
11	C.S. Santa Rosa	Callao	Av. T. Amaru Guardia Chalaca S/N Minicomp. Sta. Rosa
12	C.S. Néstor Gambetta	Callao	Av. Alameda S/N PP. JJ. Gambetta Alta
13	C.S. Ramón Castilla	Callao	Jr. Cuzco S/N PP. JJ. Ramón Castilla
14	C.S. Acapulco	Callao	Av. José Gálvez S/N Mz. B - Cercado Callao
15	C.S. Juan Pablo II	Callao	Av. Néstor Gambetta S/N KM 2.5
16	Centro Regional De Apoyo Emocional	Callao	Av. Ramiro Prialé S/N – AA.HH. Sarita Colonia
17	C.S. Faucett	Callao	Calle 3 S/N - Urb. Faucett
18	C.S. 200 Millas	Callao	Mz L Lt 3-4 I Etapa Urb.200 Millas (Km.5.5 Av. Gambetta)
19	C.S. Palmeras De Oquendo	Callao	Calle Marlen Mz Lte 5 Y 6 - Urb. Las Palmeras (Al Km 9 Néstor Gambetta)
20	C.S. Sesquicentenario	Callao	Alt. Calle 7 Y 14 - Urb. Sesquicentenario
21	C.S. Previ	Callao	Calle Central S/N
22	C.S. Bocanegra	Callao	AA.HH. Bocanegra - Plaza Cívica
23	C.S. El Álamo	Callao	Mz. S/N Urb. El Álamo
24	C.S. Aeropuerto	Callao	Jr. Salaverry S/N – AA.HH. Aeropuerto
25	C.S. Playa Rímac	Callao	Calle Bolognesi y José Santos Chocano S/N
26	P.S. Polígono IV	Callao	AA.HH. Bocanegra - Sector V
27	C.S. Bellavista	Bellavista	Mz. F-5 Zona 2 - Ciudad Del Pescador
28	C.S. Alta Mar	La Perla	Av. Dos De Mayo N° 640 - La Perla
29	C.S. La Perla	La Perla	Jr. Cahuide N° 975 - La Perla
30	C.S. Carmen De La Legua	Carmen de la Legua	Av. Manco Cápac Cdra. 8
31	C.S. Villa Sr. De Los Milagros	Carmen de la Legua	PP.JJ. Villa Sr. de Milagros. (Alt.Cdra.60 Av. Argentina)
32	C.S. Materno Infantil Pachacútec Perú - Corea	Ventanilla	Mz. X Lt. 1 – AA.HH. Hiroshima - Ciudad Pachacútec
33	C.S. 03 De Febrero	Ventanilla	Mz. V Sector B Prolongación Av. 225 S/N -Ciudadela Pachacútec
34	C.S. Bahía Blanca	Ventanilla	Mz P1 Lt 1 - Sector E - Ciudadela Pachacútec
35	C.S. Ciudad Pachacútec	Ventanilla	Mz. G1 Lt. 2 - Coop. La Unión - Ciudadela Pachacútec
36	C.S. Santa Rosa De Pachacútec	Ventanilla	Mz. O Lt. 1 – AA.HH. Santa Rosa De Pachacútec

37	C.S. Angamos	Ventanilla	Av. B. S/N Sector 2 Frente A Mz H4 Lt 18 Urb. Angamos
38	C.S. Hijos Del Almirante Grau	Ventanilla	Mz. 7 AA.HH. Hijos del Almirante Miguel Grau
39	P.S. Defensores De La Patria	Ventanilla	AA.HH. Defensores de la Patria S/N
40	C.S. Ventanilla Alta	Ventanilla	Calle 13 y Av. Principal de Ventanilla Alta
41	C.S. Villa Los Reyes	Ventanilla	Mz. N-1 Sc. Adelante (Km. 37.5 Pan. Norte) AA.HH. V. de Los Reyes
42	C.S. Luis Felipe De Las Casas	Ventanilla	AA.HH. Luis Felipe De Las Casas Km. 39 Pan. Norte
43	C.S. Mi Perú	Ventanilla	Mz. G6 Lote 1 Av. Huaura Urb. Ag Mi Perú
44	C.S. Márquez	Callao	Av. Los Álamos S/N – Márquez
45	C.S. Ventanilla Baja	Ventanilla	Parque Comercial AA.HH. V.R. Haya De La Torre
46	C.S. Ventanilla Este	Ventanilla	Primera Etapa AA.HH. Parque Porcino
47	Hospital Nacional Daniel Alcides Carrión	Bellavista	Av. Guardia Chalaca Nº 2176
48	Hospital San José	Carmen de la Legua	Av. Elmer Faucett Cdra. 9 S/N
49	Hospital de Ventanilla	Ventanilla	Av. Pedro Beltran Alt. Cdra 3 S/N - Urb. Satélite
50	Hospital de Rehabilitación Del Callao	Bellavista	Jr. Vigil Nº 535 - Bellavista - Callao
51	Hospital Chalaco I	Callao	
52	Hospital Chalaco II	Ventanilla	
53	Hospital Chalaco III	Ventanilla	
54	Hospital Centro Médico Naval	Bellavista	
55	Hospital IV Alberto Sabogal Sologuren	Bellavista	Hospital ESSALUD
56	Hospital Lima Norte Callao Luis Negreiros Vega	Callao	Hospital ESSALUD
57	Hospital Alberto Leopoldo Barton Thompson	Callao	Hospital ESSALUD

Fuente: Dirección Regional de Salud Callao / Elaboración Propia.

Luego de ubicar los 57 establecimientos de salud, se procedió a generar su archivo *KML* para su importación en el software ArcGIS. (Véase Foto 14)

Foto 14. Ubicación de Establecimientos de Salud en Google Earth



Fuente: Dirección Regional de Salud Callao / Elaboración Propia.

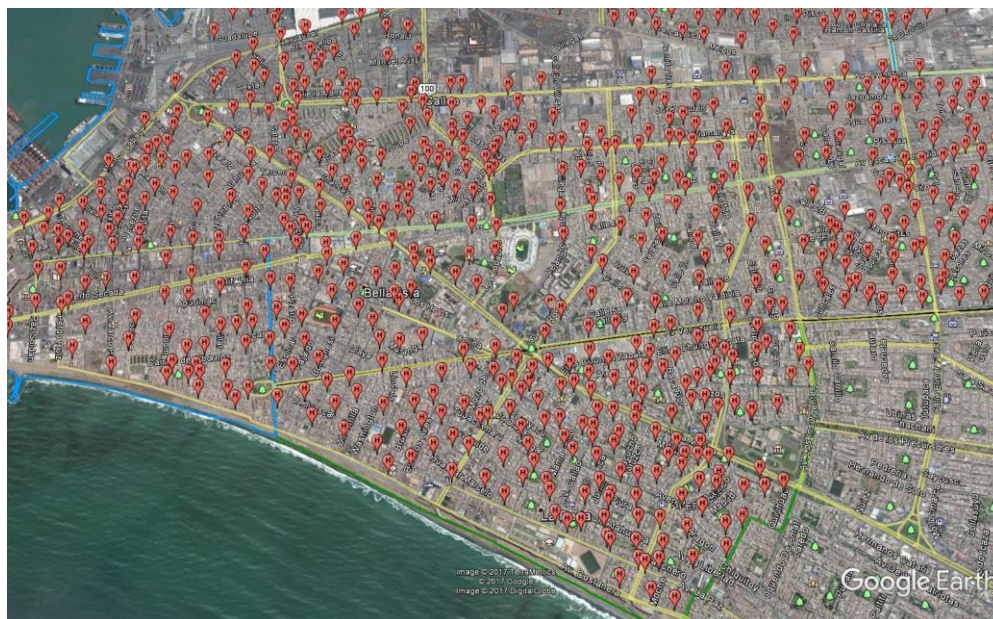
3. *Hidrantes de Agua*

El Servicio de Agua Potable y Alcantarillado de Lima - SEDAPAL S.A., es la empresa peruana encargada de brindar de la administración del agua, la distribución de redes de agua potable y alcantarillado e hidrantes de agua.

Dentro de la provincia, se encontraron 1749 hidrantes de agua, de los cuales solo 66 se encuentran inoperables. La distribución distrital de hidrantes de agua es: Callao Cercado con 901 hidrantes de agua, Bellavista con 161 hidrantes de agua, Carmen de la Legua con 40 hidrantes de agua, La Perla con 156 hidrantes de agua, La Punta con 26 hidrantes de agua, Ventanilla con 354 hidrantes de agua y Mi Perú con 111 hidrantes de agua.

Se realizó el proceso de geolocalización por coordenadas geográficas o por su dato de dirección, luego se procedió a la creación de su archivo shapefile e importación en la base de datos. (Véase Foto 15)

Foto 15. Ubicación de Hidrantes de Agua en Google Earth



Fuente: Sedapal / Elaboración Propia

4. *Emergencias Atendidas*

El Cuerpo General de Bomberos Voluntarios del Perú, es la institución encargada de brindar servicio a la atención de emergencias urbanas, en promedio la cantidad diaria de emergencias atendidas es de 200 emergencias atendidas. Siendo la atención a emergencias médicas el tipo de emergencias atendidas más frecuente.

Se trabajó con los registros de 4 periodos de emergencias urbanas atendidas, con un total de 9 444 emergencias atendidas geolocalizadas, obtenidos del “Reporte Diario de Emergencias Diarias Atendidas del CGBVP”, publicado y actualizado diariamente del enlace web http://www.bomberosperu.gob.pe/po_diario.asp, por ello se consideró los 4 últimos periodos siguientes: (Véase Figura 19)

1. Primer Periodo:

Setiembre 2015 – Diciembre 2015 (1 317 Emergencias Atendidas Geolocalizadas)

2. Segundo Periodo:

Enero 2016 – Junio 2016 (3 411 Emergencias Atendidas Geolocalizadas)


3. Tercer Periodo:

Julio 2016 – Diciembre 2016 (3 012 Emergencias Atendidas Geolocalizadas)

4. Cuarto Periodo:








Enero 2017 – Abril 2017 (1 704 Emergencias Atendidas Geolocalizadas)

Figura 19. Visualización del Reporte Diario de Emergencias Diarias Atendidas del CGBVP



CUERPO GENERAL DE BOMBEROS VOLUNTARIOS DEL PERU
COMANDO NACIONAL

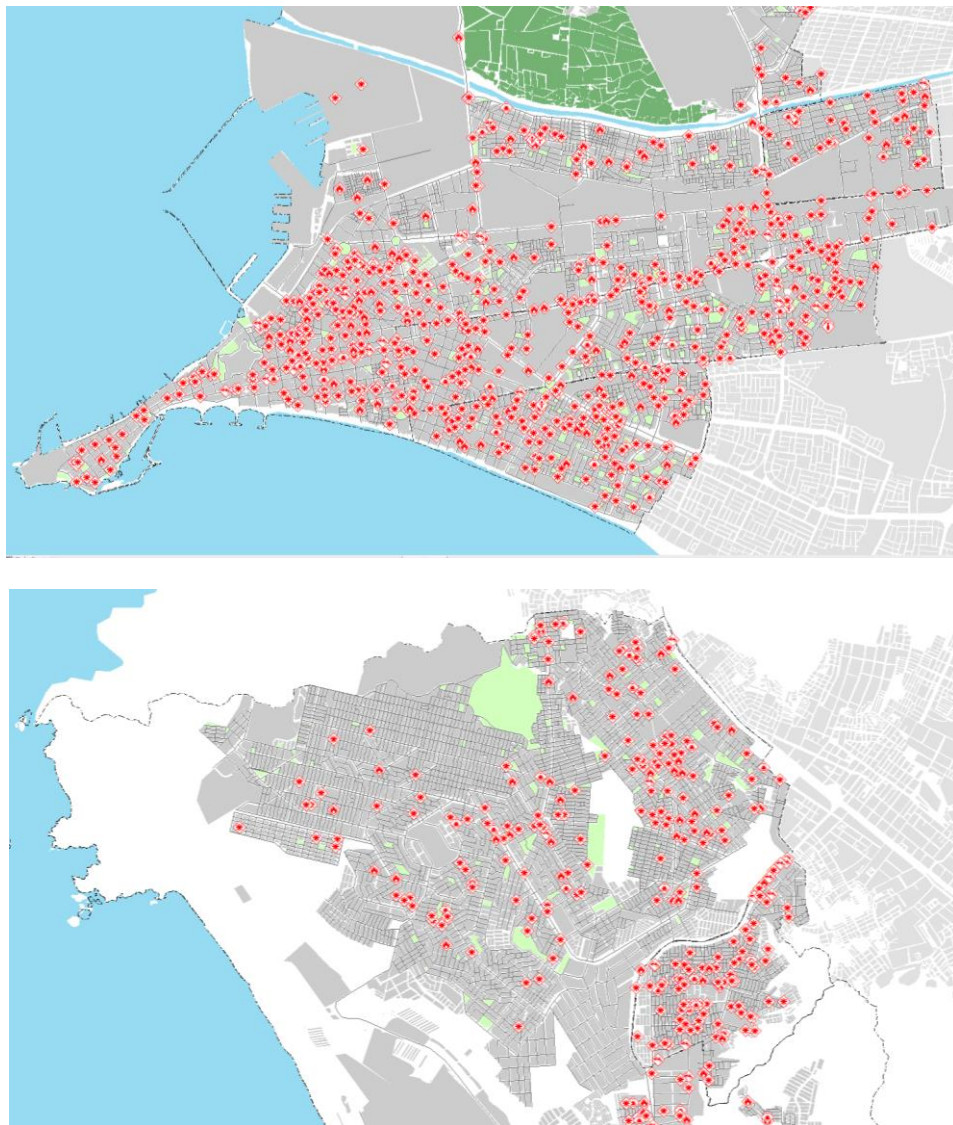
EMERGENCIAS DIARIAS

#	Nro Parte	Fecha y hora	Dirección / Distrito	Tipo	Estado	Máquinas	Ver Mapa
1	2017-034714	12/07/2017 08:38:42 a.m.	JR. CADIZ 165 PUEBLO LIBRE	EMERGENCIA MEDICA	ATENDIENDO	MED-202 RES-36	
2	2017-034713	12/07/2017 08:33:54 a.m.	CARRETERAS - PANAMERICANAS PANAMERICANA SUR 11 SANTIAGO DE SURCO	EMERGENCIA MEDICA	ATENDIENDO	AMB-120	
3	2017-034712	12/07/2017 08:31:09 a.m.	CL. 1 CALLA N. AAHH BOCANEGRA SECTOR V 000 CALLAO	ACCIDENTE VEHICULAR	ATENDIENDO	AMB-65-2 M161-1	
4	2017-034711	12/07/2017 08:30:06 a.m.	CENTRO DE CONVENCIONES 27 DE ENERO	SERVICIO ESPECIAL	ATENDIENDO	MED-100	
5	2017-034710	12/07/2017 08:26:24 a.m.	JR. LOS PUMAS CRUCE CON CL. ANDROMEDA CHORRILLOS CHORRILLOS	EMERGENCIA MEDICA	ATENDIENDO	AMB6-2	
6	2017-034709	12/07/2017 08:20:25 a.m.	MUELLE DE TAMBO DE MORA CHINCHA ALTA	EMERGENCIA MEDICA	ATENDIENDO	AMB-38	
7	2017-034708	12/07/2017 08:17:47 a.m.	AV. LOS FRESNOS (LOS FICUS) 932 LA MOLINA	EMERGENCIA MEDICA	ATENDIENDO	AMB-96	
8	2017-034707	12/07/2017 08:14:44 a.m.	JR. CORONEL ALFONSO UGARTE (FEDERICO MONASTERIO) 580 MAGDALENA DEL MAR	EMERGENCIA MEDICA	ATENDIENDO	MED-202 RES-100	
9	2017-034706	12/07/2017 08:03:44 a.m.	MONTEVIDEO CON ABANCAY LIMA	SERVICIO ESPECIAL	CERRADO		
10	2017-034705	12/07/2017 07:59:09 a.m.	JR. MIGUEL IGLESIAS 118 CHORRILLOS	EMERGENCIA MEDICA	ATENDIENDO	AMB6-2	
11	2017-034704	12/07/2017 07:51:48 a.m.	GALERIA UNIDAS LIMA	SERVICIO ESPECIAL	ATENDIENDO	M2-1 M8-1	
12	2017-034703	12/07/2017 07:46:46 a.m.	JR. HUANUCO 3011 SAN MARTIN DE PORRES	INCENDIO	ATENDIENDO	M161-1	

Fuente: http://www.bomberosperu.gob.pe/po_diario.asp

Se realizó el proceso de geolocalización por coordenadas geográficas o por su dato de dirección, luego se procedió a la creación de su archivo *shapefile*, el cual es un formato de almacenamiento de datos vectoriales de ESRI, e importación en la base de datos. (Véase Figura 20)

Figura 20. Visualización de Emergencias Atendidas Geolocalizadas (2015) en ArcGIS







Fuente: CGBVP, GRC Callao, IGN / Elaboración Propia

La simbología utilizada para la visualización de las emergencias atendidas es una adaptación del documento “NAPSG Foundation: Incident Symbology Framework, Guideline, and Operational Implementation Guidance Version 2.0” ó “Fundación NAPSG:

Guía de Simbología de Incidentes y de Implementación Operacional Versión 2.0. Esta simbología se aplicó a los seis tipos de emergencias atendidas. (Véase Cuadro 27)

Cuadro 27. Simbología de Emergencias Atendidas

TIPOS DE EMERGENCIAS ATENDIDAS		
ITEM	SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
01		Accidente Vehicular
02		Emergencia Medica
03		Incendio
04		Materiales Peligrosos (Incidente)
05		Rescate
06		Servicio Especial

Fuente: NAPSG, ESRI / Elaboración Propia

4.1.1.3. Acondicionamiento, Edición y Verificación de la Información Bibliográfica y Cartográfica.

En el caso de las entidades geográficas tipo poligonal y lineal, se realizó las actividades de edición, acondicionamiento y verificación, la cual consiste en editar características geométricas y descriptivas de las entidades, con el apoyo de un mapa base de imágenes satelitales, dentro del software de ArcGIS.

Manzanas, Lotes Catastrales, Áreas Verdes y Bermas Viales

El Gobierno Regional del Callao cuenta con información vectorial de manzanas y lotes catastrales originarios de su proceso de actualización de zonificación económica y ecológica en el 2011. Sin embargo, durante el transcurso de estos años al 2017, se han instalado nuevas habilitaciones urbanas, las cuales no se encuentran ubicadas. Se realizó actividades de verificación y actualización a la información dentro del software ArcGIS. (Véase Figura 21 y 22)

Figura 21. Edición cartográfica de las entidades poligonales en ArcGIS



Fuente: ESRI, GRC Callao / Elaboración Propia

Figura 22. Verificación de las entidades poligonales en ArcGIS



Fuente: ESRI, GRC Callao / Elaboración Propia

1. Bienes Estatales

La Superintendencia Nacional de Bienes Estatales es la entidad encargada de administrar los bienes estatales en beneficio de la ciudadanía, por ello se realizó la consulta de los bienes estatales pertenecientes al estado peruano, dentro del software ArcGIS, se realizaron actividades de migración de datos desde la información cartográfica original (Formato CAD) hasta un entorno GIS.

2. Zonificación Urbana

El Gobierno Regional del Callao, en el marco de sus procesos de actualización de la zonificación económica y ecológica, determina la zonificación urbana de la región, donde se puede identificar las zonas destinadas a la instalación de equipamiento urbano. Dentro del software ArcGIS, se realizó la migración de la información cartográfica (Formato CAD) hasta un entorno GIS.

3. Limites Políticos Referenciales

El Instituto Geográfico Nacional es la entidad encargada de la cartografía básica del Perú, así como la delimitación y actualización de los límites políticos nacionales, provinciales y distritales. Dentro del software ArcGIS, se realizaron actividades de migración de datos desde la información cartográfica original (Formato CAD) hasta un entorno GIS.

4. Redes Viales: Avenidas, Calles, Jirones, etc

El Gobierno Regional del Callao cuenta con información vectorial de sus redes viales (avenidas, calles, jirones, pasajes, etc.) originarios de su proceso de actualización de

zonificación económica y ecológica en el 2011. Sin embargo, se realizaron el acondicionamiento de dichas vías para su aplicación en el análisis de redes, dentro del cual se evaluará por su jerarquía, tipo, velocidad y tráfico.

Dentro del software ArcGIS, se realizó primero una evaluación del estado de información base, la cual se actualizó y acondiciono para los fines de esta investigación. Además, se realizó actividades de edición cartográfica como la verificación de información a nivel de tabla de atributos de cada entidad geográfica encontrada, la validación de todas las conexiones entre polilíneas, la duplicidad de entidades geográficas presentes en la red vial, la jerarquización vial, entre otras.

A continuación, se mostrarán algunos casos de acondicionamiento cartográfico:

Figura 23. Edición cartográfica de entidades lineales en ArcGIS



Fuente: ESRI, GRC Callao / Elaboración Propia

En la figura 24, se presenta el caso del intercambio vial entre las avenidas Guardia Chalaca, Buenos Aires y Sáenz Peña en el distrito de Callao Cercado, representadas por las líneas de color verde. El acondicionamiento para este caso fue la continuidad

vectorial de la avenida Guardia Chalaca sin poseer conexión con las otras dos avenidas por no estar en un mismo nivel de altura.

Figura 24. Edición cartográfica de entidades lineales: Caso Intercambio Vial



Fuente: ESRI, GRC Callao / Elaboración Propia

En la figura 25, se presenta el caso del ovalo Saloom, ubicado entre las intersecciones de las avenidas La Marina, Venezuela, Santa Rosa, Guardia Chalaca y José Gálvez en los distritos de La Perla y Bellavista. El acondicionamiento para este caso fue la continuidad de todas las conexiones de avenidas y el ovalo, sin considerar las conexiones principales con las avenidas Guardia Chalaca y La Marina, pero si sus conexiones alternas.

Figura 25. Edición cartográfica de entidades lineales: Caso Ovalo Saloom



Fuente: ESRI, GRC Callao / Elaboración Propia

En la figura 26, se presenta el caso del ovalo de la plaza Garibaldi, ubicado entre las intersecciones de las avenidas Guardia Chalaca, 2 de mayo, Huascar y Argentina en el distrito de Callao Cercado. El acondicionamiento para este caso fue la separación de la centerline visualizadas en la figura, para una mejor representación del comportamiento vial dentro el analisis de redes.

Figura 26. Edición cartográfica de entidades lineales: Caso Ovalo Garibaldi



Fuente: ESRI, GRC Callao / Elaboración Propia

En la figura 27, se presenta el caso del puente cruce de las avenidas Faucett y Morales Duarez entre los distritos de Callao Cercado y Carmen de Legua, siendo la vía más congestionada en horas de gran tránsito vehicular. El acondicionamiento para este caso fue la separación de las centerlines de la avenida Faucett y Morales Duarez, considerando sus conexiones principales y alternas.

Figura 27. Edición cartográfica de entidades lineales: Caso Puente Av. Faucett con Av. Morales Duarez



Fuente: ESRI, GRC Callao / Elaboración Propia

En la figura 28, se presenta el caso del cruce de las avenidas Faucett y Santa Callao en el distrito de Callao Cercado. El acondicionamiento para este caso fue la separación de las centerlines de las avenidas principales resaltadas de color rojo, considerando sus conexiones principales y alternas para su mejor comportamiento vial dentro del análisis de redes.

Figura 28. Edición cartográfica de entidades lineales: Caso Cruce Av. Faucett con Av. Santa Callao

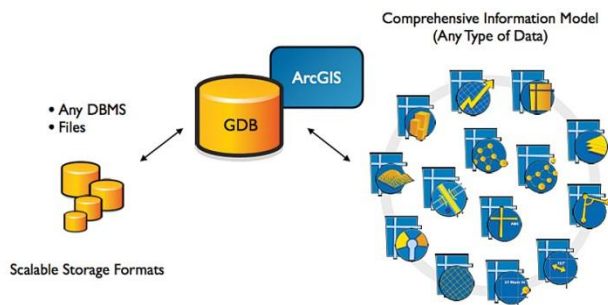


Fuente: ESRI, GRC Callao / Elaboración Propia

4.1.1.4. Creación de una Geodatabase y Realizar la Corrección Topológica de todas las Entidades Geográficas (Puntos, Líneas y Polígonos)

La *Geodatabase* es un tipo de almacenamiento físico de la información geográfica, que principalmente utiliza un sistema de administración de bases de datos (DBMS). Por tanto, la creación de una *geodatabase* sirvió para una mejor gestión y procesamiento de datos, es decir, de todas las entidades geográficas encontradas (Tipo punto, línea y polígono) dentro del ámbito de la Provincia Constitucional del Callao. Asimismo, se utilizó para la construcción de una base gráfica para almacenar los próximos procesos de análisis y modelamiento de información geográfica. (Véase Figura 29)

Figura 29. Esquema de una Geodatabase



Fuente: <http://www.esri.com/news/arcnews/winter0809articles/gis-geography-in-action.html>

4.1.2. Etapa II: Modelamiento de Información

4.1.2.1. Análisis de Redes Viales y Evaluación de Rutas Óptimas.

La determinación de rutas óptimas está basada en la configuración actual de las redes viales del Callao, tomando como referencia la jerarquía o importancia de cada vía, direcciones o sentidos viales, ubicación de semáforos, cantidad de carriles, trafico, puntos de congestionamiento, entre otros.

El sistema vial de la Provincia Constitucional del Callao está constituido por todas las avenidas, calles, jirones, pasajes, vías férreas que conectan toda la Región Callao, y tiene vías principales a la Av. Argentina, Av. Oscar Benavides, Av. Venezuela, Av. Elmer Faucett, Av. Néstor Gambetta. Estas vías concentran la mayor cantidad de vehículos (transporte ligero y pesado) durante las horas de gran congestionamiento vehicular en ambos sentidos.

El Plan de Desarrollo Urbano de la Provincia Constitucional del Callao 2011 – 2022, considera cuatro tipos de vías para la clasificación vial de la Provincia Constitucional del

Callao, las cuales son: Vía Expresa, Vía Arterial, Vía Colectora y Vía Local. (Véase Mapa 11).

Los portales de información geográfica o también llamados geoportales comparten información vial importante para el cálculo referencial de rutas óptimas, basándose en sensores viales distribuidos a nivel mundial con principios de geocodificación, para la localización de direcciones.

El software de ArcGIS cuenta con un amplio catálogo de datos de información geográfica, los cuales son almacenados en los servidores de ESRI. Esta información almacenada es suministrada por diferentes entidades nacionales e internacionales colaboradoras, la información de carácter vial comprende el flujo vehicular diario, puntos de congestionamiento y direcciones, con fuente internacional de la compañía HERE, y para el caso de Perú, Here Latinoamérica.

Se visualizó sectores de la región Callao, que comprende toda la red vial de la región y se representan las vías, desde las de mayor tráfico vehicular y las de menor tráfico vehicular. (Véase Figura 30)

Figura 30. Visualización de Información Vial de ArcGIS Online – Sector Callao Sur



Fuente: ESRI Traffic Data/ Elaboración Propia

Las vías de coloración roja poseen un muy alto índice de tránsito vehicular, mientras que las de coloración naranja, amarillo y verde, representan alto, medio bajo índice vehicular, respectivamente. (Véase Figura 31 - 32)

Figura 31. Visualización de Información Vial de ArcGIS Online – Sector Callao Centro



Fuente: ESRI Traffic Data/ Elaboración Propia

Figura 32. Visualización de Información Vial de ArcGIS Online – Sector Callao Norte



Fuente: ESRI Traffic Data/ Elaboración Propia

La estructura gráfica de esta información vial, de fuente cartográfica de HERE, posee ciertas condiciones para el funcionamiento de los procesos de geocodificación y el análisis de rutas óptimas, por lo tanto, los procesos de análisis de redes del software ArcGIS, trabajan bajo una estructura similar a la estructura gráfica de la información vial perteneciente a HERE.

Se realizó un acondicionamiento a la información del sistema vial regional, considerando los siguientes campos principales:

- a. NOMB_VIA: Nombre de la vía.
- b. TIP_VIA: Tipo de vía.
- c. NRO_CUADRA: Número de cuadra de la vía.
- d. IIZQ: Número de inicio del lado izquierda de la vía.
- e. IDER: Número de inicio del lado derecho de la vía.
- f. FIZQ: Número final del lado izquierdo de la vía.
- g. FDER: Número final del lado derecho de la vía.
- h. LONGITUD: Longitud de la vía.
- i. UBIGEO: Código de ubicación geográfica del distrito que pertenece la vía.
- j. NIVEL_VIA: Nivel de jerarquía de la vía (1, 2, 3, 4, 5).
- k. ONE_WAY: Dirección o sentido de la vía ("FT", "TF", "N", " ").
- l. SPEED_LMT: Velocidad de la vía.
- m. DRIVE_TIME: Tiempo ejecutado en la vía.
- n. OBS: Observaciones de la vía.
- o. FUENTE: Fuente de información de la vía.

Esta relación de campos que contienen información vial, en los atributos de la información vectorial de la red vial, sirvieron para realizar la configuración inicial de los parámetros requeridos para el análisis de redes. El análisis de redes considera la conectividad de los elementos de la red, los tipos de evaluadores utilizados en la red, los parámetros de la red, los giros de los elementos de la red, etc.

El análisis de redes del sistema regional de redes viales se construyó con información base de la red vial regional, utilizando el módulo de *Network Analyst* del software ArcGIS. Para este modelo se utilizó información complementaria del catálogo de información geográfica del software ArcGIS, como una fuente de información del tráfico y los sentidos o direcciones viales.

Asimismo, el acondicionamiento de cada tramo vial significó el filtrado manual en los procesos de verificación y validación de información coherente de todo el contenido de la información base de la red vial regional.

Para el cálculo de direcciones o sentidos viales se utilizó el campo llamado ONE_WAY, este campo representa el sentido vial del tramo de la vía, considerando su punto inicial y su punto final. Si el tramo vial va en la misma dirección de la vía entonces se le coloca el atributo “FT”, que significa *From - To*, pero si el tramo vial va en la dirección contraria de la vía, se coloca “TF”, que significa *To – From*, para casos que la vía sea de ambos sentidos se coloca “ ” y finalmente si la vía está bloqueada se coloca “N”.

Para el cálculo de velocidades o *Speed Limit* se utilizó el campo llamado SPEED_LMT, este campo representa el límite de velocidad normado de cada tramo de la vía,

considerando a que nivel de jerarquía pertenece. Por ejemplo, si la vía es nivel 1 entonces la velocidad correspondiente es 60 Km/H.

Para el cálculo de tiempo de viaje o *Drive Time* se utilizó el campo llamado DRIVE_TIME, este campo representa el tiempo ejecutado en transitar por cada tramo de la vía, considerando que sus valores son expresados en minutos, importante para el modelamiento de áreas de servicio o cobertura.

El sistema regional de redes viales está compuesto por componentes modificados para la finalidad de esta investigación, por lo tanto, no tendrá un buen funcionamiento para otros tipos de análisis o procesos que excluyan los parámetros y elementos considerados para su construcción.

Mapa 12. Sistema Regional de Redes Viales



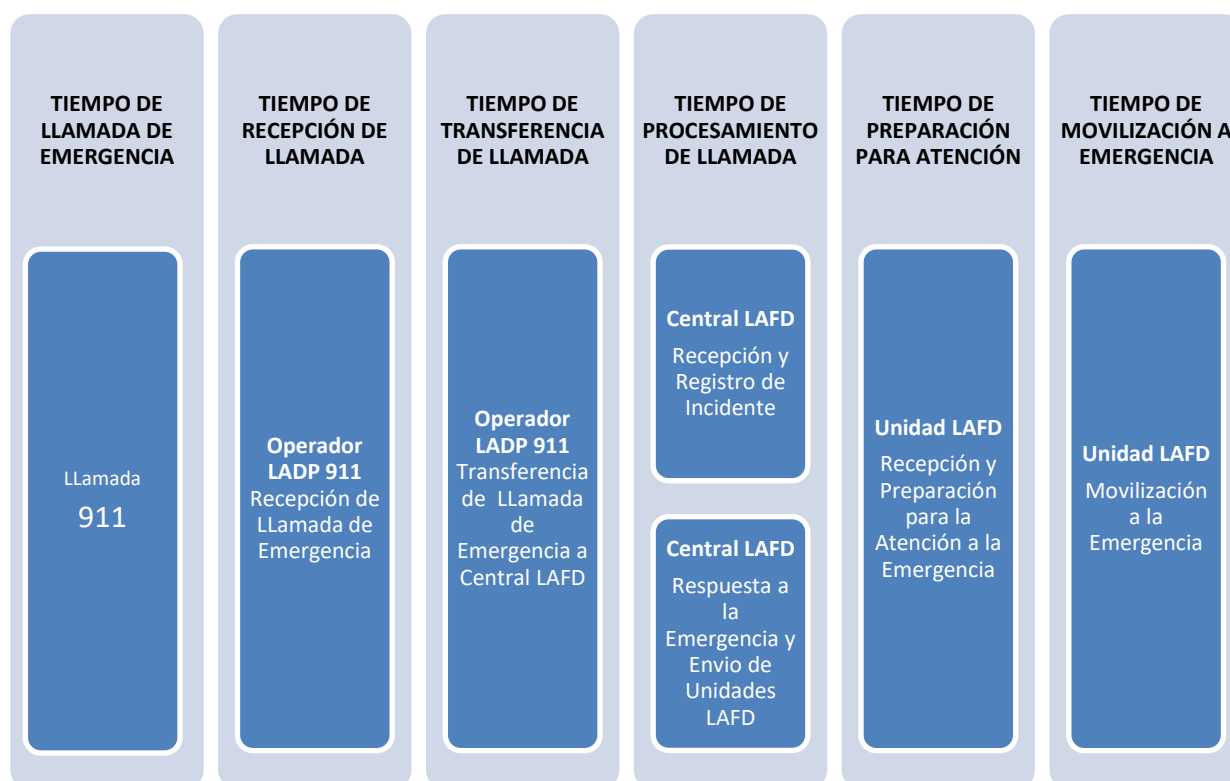
Fuente: CGBVP, GRC Callao/ Elaboración Propia

4.1.2.2. Modelamiento del Área de Cobertura de Respuesta ante Emergencias Urbanas

El modelamiento de áreas de cobertura es el proceso por el cual se delimitan las áreas de servicio de cada compañía de bombero durante la atención a una emergencia, considerando su máximo alcance en una velocidad y tiempo determinado, en su recorrido vial.

La NFPA establece los lineamientos en materia de atención a emergencias, por ejemplo, el Departamento de Bomberos de Los Ángeles (Los Angeles Fire Department - LAFD) utiliza el sistema de emergencia 911 de Estados Unidos, el cual está basado en los estándares NFPA para realizar sus operaciones. (Véase Figura 33)

Figura 33. Esquema de Trabajo de LAFD



Fuente: Adaptación de <http://www.lafd.org/>

Según la NFPA 1710, se establece seis categorías de tiempo durante la atención a emergencias:

1. Tiempo de Transferencia de la Alarma:

El tiempo de transferencia de alarma (NFPA 1710, 3.3.53.4) es "el intervalo de tiempo desde la recepción de una alarma de emergencia en el punto de respuesta del servicio público, hasta que la alarma se recibe por primera vez en el centro de comunicaciones del departamento de bomberos".

2. Tiempo de Respuesta de la Alarma:

El tiempo de respuesta a la alarma (NFPA 1710, 3.3.53.1) es "el intervalo de tiempo que comienza cuando se recibe la alarma en el centro de comunicación contra incendios y termina cuando se reconoce la alarma en el centro de comunicación contra incendios".

3. Tiempo de Procesamiento de Alarma:

El tiempo de procesamiento de la alarma (NFPA 1710, 3.3.53.3) es "el intervalo de tiempo desde que se reconoce la alarma en el centro de comunicación contra incendios hasta que la información de respuesta comienza a transmitirse vía voz o medios electrónicos a las instalaciones de respuesta a emergencias) y unidades de respuesta de emergencias.

4. Tiempo de Preparación:

El intervalo de tiempo que comienza cuando el proceso de notificación de las instalaciones de respuesta de emergencia y de las unidades de respuesta de

emergencia, comienza por una alarma audible o anuncio visual o ambos y termina en el punto inicial del tiempo de viaje.

5. Tiempo de Duración del Viaje:

Esto se define como "el intervalo de tiempo que comienza cuando una unidad está en camino hacia el incidente de emergencia y termina cuando la unidad llega a la escena". En la edición 2010 de la NFPA 1710, se agregó lo siguiente: "Los tiempos de viaje de las unidades de respuesta en la primera alarma se aclaró para indicar que la primera unidad debe llegar dentro de 4 minutos de tiempo de viaje y todas las unidades deben llegar dentro de 8 minutos de tiempo de viaje.

6. Tiempo de Intervención:

Este es el intervalo de tiempo desde que una unidad llega a la escena hasta el inicio de la mitigación de emergencia.

Asimismo, según la NFPA 1710, establece que las compañías de bomberos son los encargados de contrarlar el tiempo de participación, tiempo de viaje y tiempo de intervención ante la atención a emergencias. La NFPA 1710 requiere que el tiempo de participación sea de 80 segundos para emergencias tipo incendio y 60 segundos para emergencias médicas. El tiempo de viaje ante una emergencia tipo incendio, debe ser de 4 minutos o menos para una primera respuesta y de 8 minutos o menos para una segunda atención. Además, la NFPA 1710 recomienda que las compañías de bomberos adapten sus tiempos de atención a emergencias basados en la naturaleza de la emergencia. (Véase Cuadro 28)

Cuadro 28. Estándares NFPA de Tiempo de Respuesta

TIPO DE EMERGENCIA	TIPO DE PREPARACIÓN	TIEMPO DE VIAJE	TIEMPO DE RESPUESTA
Emergencia Médica	60 Seg. / 1min.	240 Seg. / 4 Min.	300 Seg. / 5 Min.
Incendio	80 Seg. / 1 Min 20 Seg.	240 Seg. / 4 Min.	320 Seg. / 5 Min 20 Seg.
Emergencia Médica ALS	60 Seg. / 1min.	480 Seg. / 8 Min.	540 Seg. / 9 Min.

Fuente: NFPA 1710

Estos estándares son tomados como referencia por los diferentes departamentos de bomberos internacionales y las compañías nacionales. Sin embargo, debido a múltiples factores (el tráfico, la adecuada gestión de recursos, carencia de planes de operaciones de emergencia, protocolos desactualizados, carencia de vehículos de respuesta y rescate, etc.) dificultan el cumplimiento de estos tiempos estimados a la hora de la atención a emergencias.

En la región callao, el tiempo estimado de llegada a una emergencia es como mínimo ± 10 minutos y como máximo ± 30 minutos. Las compañías de bomberos nacionales deben lidiar con el tráfico diario y trabajar con el personal disponible en cada compañía, considerando los turnos de cada bombero voluntario, un bombero voluntario debe cumplir como mínimo un total de 24 horas mensuales, esto significa que debe cumplir un horario de 6 horas semanales.

Para el modelamiento de las áreas de cobertura se utilizó los siguientes estándares internacionales adecuados a la realidad chalaca y se evaluó en tres horarios diferentes. (Véase Cuadro 29)

Cuadro 29. Tiempo de Respuesta Experimental

ACCIÓN DE RESPUESTA	TIEMPO DE RESPUESTA	COLOR
Primera Respuesta	480 Sec / 8 Min	
Segunda Respuesta de Apoyo	900 Sec / 15 Min	

Fuente: Elaboración Propia

Dentro del software de ArcGIS, se realizó el modelamiento de las áreas de cobertura o áreas de servicio para cada compañía de bomberos, basada en la red vial de análisis del sistema vial de simulación del tráfico. Se utilizó la herramienta *Service Área* del módulo *Network Analyst* del software ArcGIS, se evaluó en los horarios de 8:00, 12:00, 17:00, para analizar el alcance ante una emergencia en diferentes horarios y en ambos tiempos de respuesta, considerando los factores viales.

Los resultados del modelamiento del alcance ante una emergencia con tiempo de respuesta de 8 minutos determinaron que la compañía de bomberos con la mayor cobertura en el horario de 08:00 am es la Cía. Callao N° 15 con un área de cobertura de 6 470.51 Km²; en el horario de 12:00 pm y 05:00 pm, son la Cía. Garibaldi N° 7 y la Cía. Callao N° 15, con 9 557.38 km² y 5 679.42 km², respectivamente; y la compañía de bomberos con la menor cobertura en los tres horarios es la Cía. La Punta N° 34, a las 08:00 am, 12:00 pm y 05:00 pm, con 828.39 km², 1 092.85 km² y 801.93 km², respectivamente. (Véase Cuadro 30)

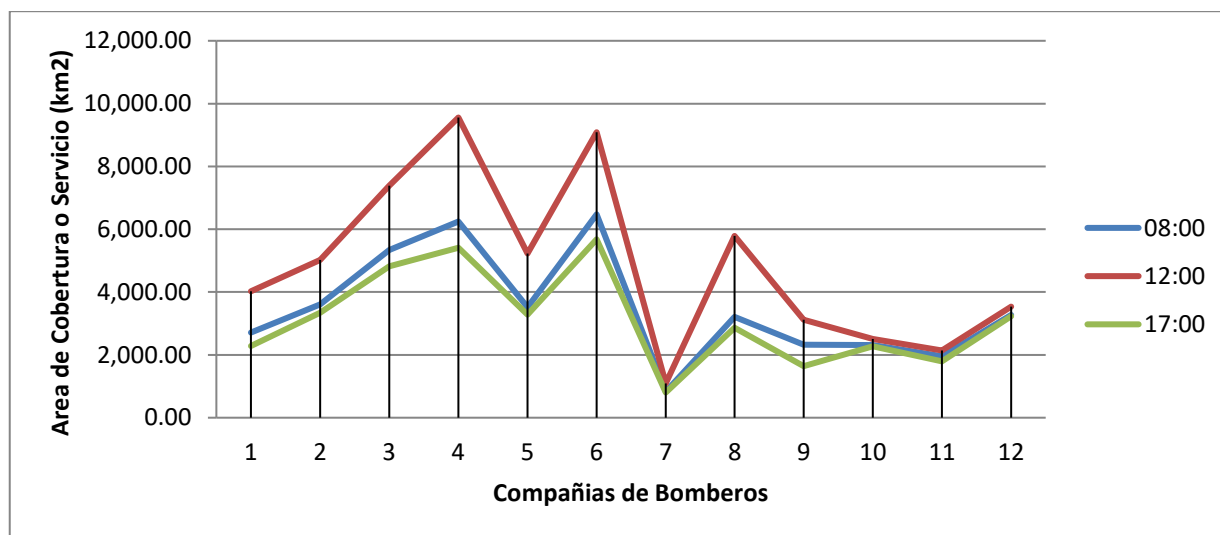
Cuadro 30. Áreas de Servicio con Tiempo de Respuesta de 8 Min

ITEM	NOMBRE DE COMPAÑÍA DE BOMBEROS	TIEMPO DE RESPUESTA	AREA DE SERVICIO KM2		
			08:00:00 a.m.	12:00:00 p.m.	05:00:00 p.m.
1	Cía. CGBVP N°18	8 Min	2,715.36	4,025.20	2,288.11
2	Cía. CGBVP Unión Chalaca N° 1		3,605.57	5,027.10	3,342.65
3	Cía. CGBVP Italia N° 5		5,334.90	7,386.63	4,816.07
4	Cía. CGBVP Garibaldi N° 7		6,241.25	9,557.38	5,406.42
5	Cía. CGBVP Salvadora Callao N° 9		3,511.40	5,224.25	3,286.18
6	Cía. CGBVP Callao N° 15		6,473.51	9,093.35	5,679.42
7	Cía. CGBVP La Punta N° 34		828.39	1,092.85	801.93
8	Cía. CGBVP Antonio Alarco Espinoza N° 60		3,214.33	5,782.83	2,865.88
9	Cía. CGBVP Teniente CBP Lorenzo Giraldo Vega N° 75		2,319.05	3,123.13	1,644.26
10	Cía. CGBVP Alejandro Reyes León N° 184		2,313.72	2,502.88	2,276.02
11	Cía. CGBVP Adolfo Martin King Leoane N° 207		1,953.84	2,138.47	1,792.05
12	Cía. CGBVP Pachacutec N° 232		3,276.15	3,534.42	3,233.58

Fuente: Elaboración Propia

En la figura 34, se visualiza que el horario de 12:00 posee las mayores áreas de coberturas o servicio, a diferencia de los horarios de 08:00 y 17:00, los cuales son horarios de gran tránsito vehicular y congestionamiento. Asimismo, es importante considerar los diferentes factores viales, tales como vías bloqueadas, vías en mantenimiento, los giros y direcciones; los cuales influyen en el modelamiento del sistema vial simulado. Además, se resalta la poca variabilidad de las áreas de servicio de las Cía. La Punta N° 34, Cía. Adolfo Martin King Leoane N° 207 y Cía. Pachacutec N° 232 (N° 7, 11 y 12, respectivamente en la figura 35), en comparación con las demás compañías de bomberos, considerándose como uno de los factores influyentes en la deficiencia de su servicio durante la atención a una emergencia.

Figura 34. Análisis del Área de Servicio para Tiempo de Respuesta de 8 Min por Horarios de Evaluación



Fuente: Elaboración Propia

El comportamiento del área de cobertura o alcance ante una emergencia con tiempo de respuesta de 15 minutos, determinaron que la compañía de bomberos con la mayor cobertura en el horario de 08:00 am y 12:00 pm es la Cía. Antonio Alarco Espinoza N° 60 con un área de cobertura de 22 435.09 km² y 37 220.63 km², respectivamente; en el de 05:00 pm es la Cía. Italia N° 5, con 19 667.94 km²; y la compañía de bomberos con la menor cobertura en los tres horarios es la Cía. La Punta N° 34, a las 08:00 am, 12:00 pm y 05:00 pm, con 3 110.63 km², 4 875.22 km² y 2 603.36 km², respectivamente. (Véase Cuadro 31)

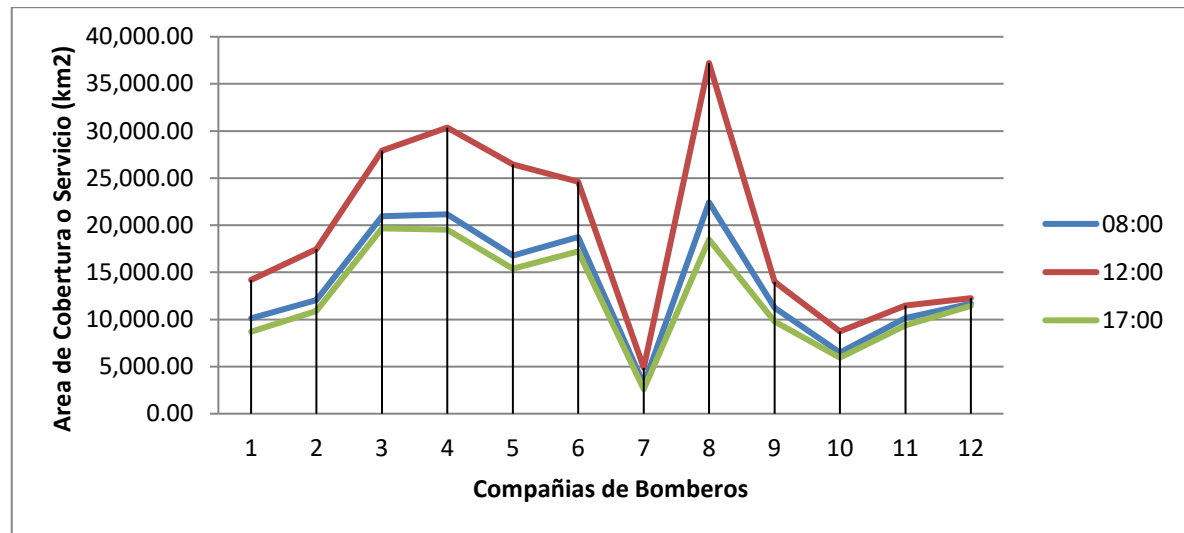
Cuadro 31. Áreas de Servicio con Tiempo de Respuesta de 15 Min

ITEM	NOMBRE DE COMPAÑÍA DE BOMBEROS	TIEMPO DE RESPUESTA	AREA DE SERVICIO KM2		
			08:00:00 a.m.	12:00:00 p.m.	05:00:00 p.m.
1	Cía. CGBVP N°18	15 Min	10,128.05	14,205.57	8,694.55
2	Cía. CGBVP Unión Chalaca N° 1		12,066.21	17,454.43	10,897.49
3	Cía. CGBVP Italia N° 5		20,943.92	27,913.06	19,667.94
4	Cía. CGBVP Garibaldi N° 7		21,162.83	30,358.59	19,539.00
5	Cía. CGBVP Salvadora Callao N° 9		16,794.70	26,467.00	15,386.34
6	Cía. CGBVP Callao N° 15		18,751.80	24,617.26	17,225.91
7	Cía. CGBVP La Punta N° 34		3,110.63	4,875.22	2,603.36
8	Cía. CGBVP Antonio Alarco Espinoza N° 60		22,435.09	37,220.63	18,466.97
9	Cía. CGBVP Teniente CBP Lorenzo Giraldo Vega N° 75		11,252.18	13,989.87	9,778.90
10	Cía. CGBVP Alejandro Reyes León N° 184		6,494.14	8,739.64	5,938.87
11	Cía. CGBVP Adolfo Martin King Leoane N° 207		10,156.89	11,485.98	9,393.02
12	Cía. CGBVP Pachacutec N° 232		11,695.73	12,260.59	11,434.51

Fuente: Elaboración Propia

En la figura 35, similar al tiempo de respuesta de 4 minutos, también se visualiza que el horario de 12:00 posee las mayores áreas de coberturas o servicio, a diferencia de los horarios de 08:00 y 17:00, los cuales son horarios de gran tránsito vehicular y congestionamiento. Además, se puede identificar que los horarios de 08:00 y 17:00 poseen una variabilidad mínima con respecto a su área de cobertura, pero que está influenciado por los factores viales. Por ejemplo, si el congestionamiento vehicular es bajo, el área de cobertura o servicio sería mayor, pero si el congestionamiento vehicular es alto, el área de cobertura o servicio sería menor. Sin embargo, existen casos como la Cía. La Punta N° 34 (N° 7 en la figura 37), que el congestionamiento vehicular no es el único factor vial predominante, por consecuencia no influye directamente proporcional en el área de cobertura o servicio.

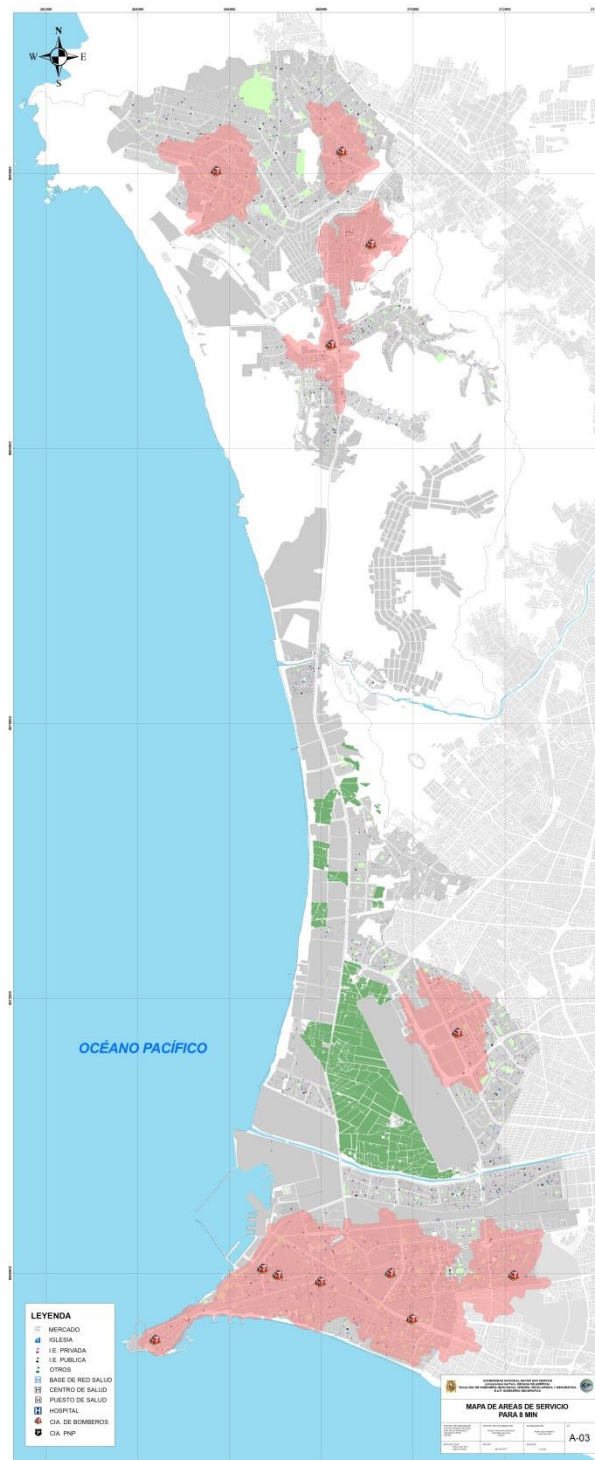
Figura 35. Análisis del Área de Servicio para Tiempo de Respuesta de 15 Min por Horarios de Evaluación



Fuente: Elaboración Propia

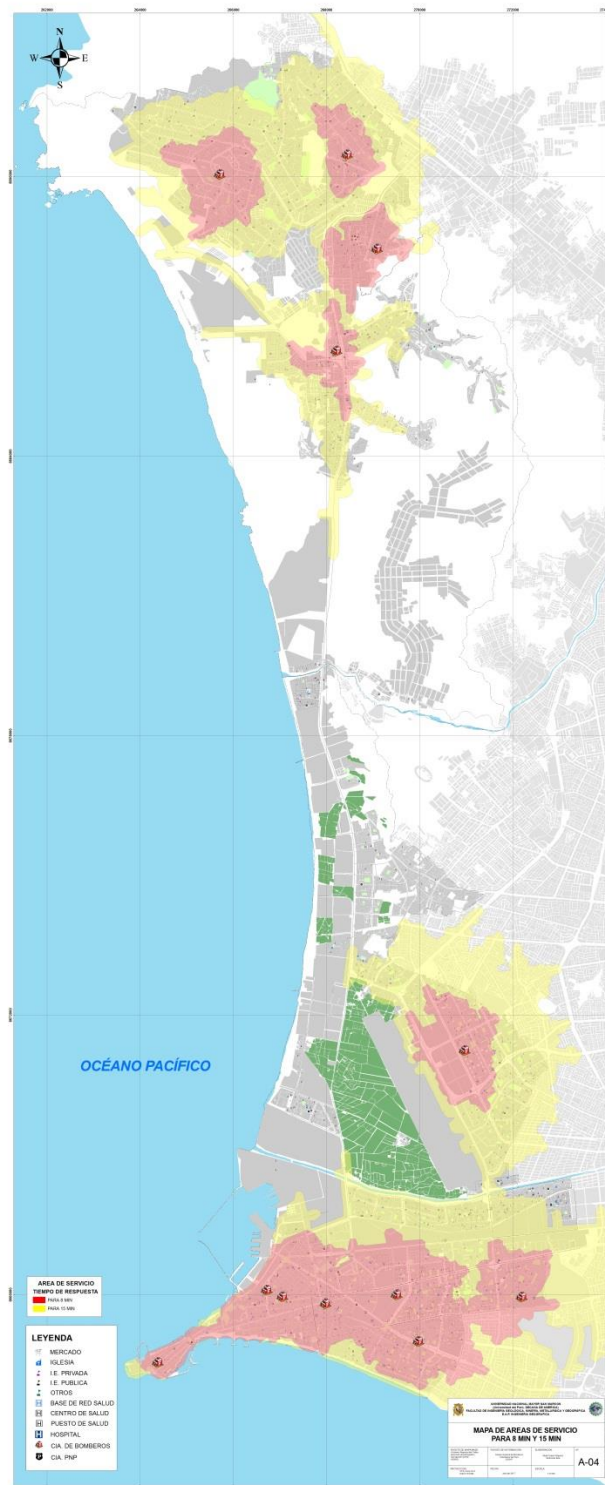
Se eligió el área de cobertura o servicio de menor extensión, debido a que dentro de una situación de emergencia se debe trabajar con el peor de los escenarios. (Véase Mapas 13 - 14)

Mapa 13. Áreas de Servicio de las Compañías de Bomberos para 8 Minutos



Fuente: CGBVP, GRC Callao/ Elaboración Propia

Mapa 14. Áreas de Servicio de las Compañías de Bomberos para 8 y 15 Minutos



Fuente: CGBVP, GRC Callao/ Elaboración Propia

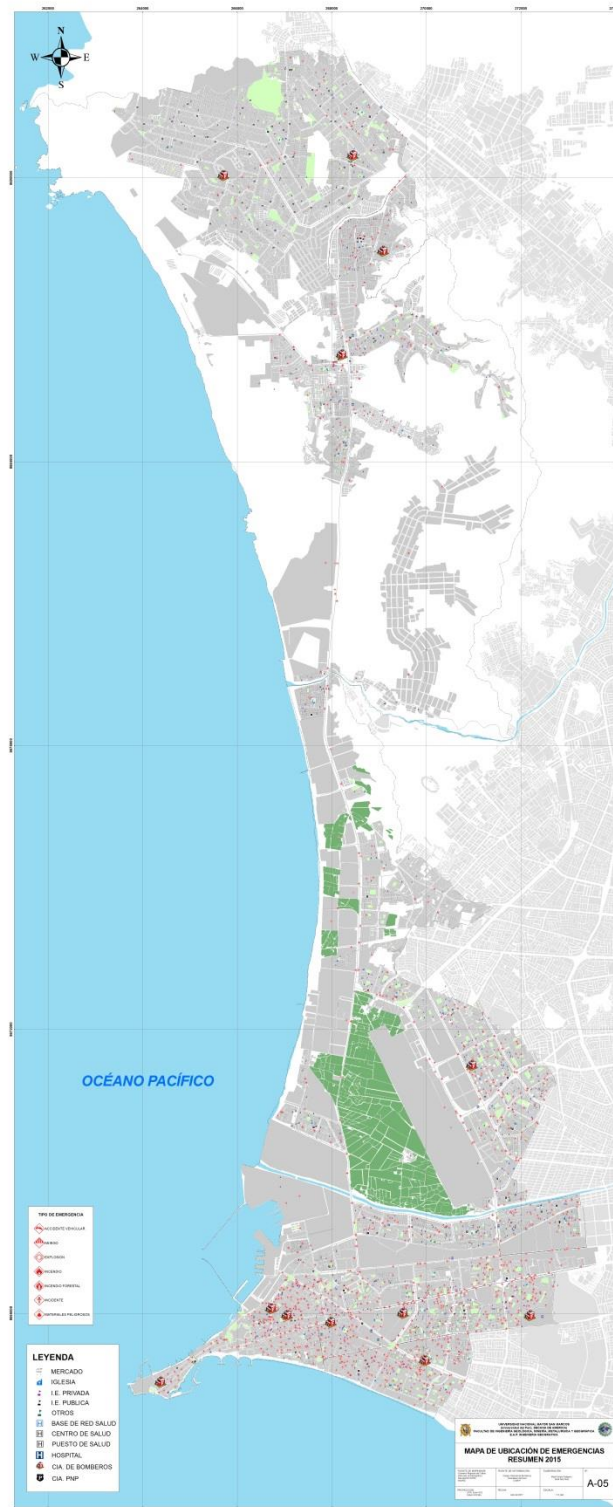
4.1.2.3. Análisis de Distribución de Emergencias Urbanas

La distribución de emergencias urbanas es el proceso de identificación de patrones geográficos, los cuales permitan llevar a cabo la zonificación de áreas críticas por incidencia de eventos. Este procedimiento comenzó con realizar el mapeo general de las emergencias urbanas dentro de los cuatro periodos de estudio (2015 - 2017).

Se utilizó la herramienta *Integrate y Collect Events* del módulo *Arctoolbox* del software ArcGIS, la herramienta *Integrate* realiza la identificación y acumulación de “x” registros geográficos ubicados dentro de un radio de distancia “y”, es decir, todos los registros encontrados dentro de un radio de 50 metros serán identificados y reubicados en el centroide de ese radio. La herramienta *Collect Events* realiza el conteo de “a” registros geográficos que se encuentren en la misma posición en x, y o z, es decir, si una posición tiene 228 registros, entonces se contará 228 registros en esa posición.

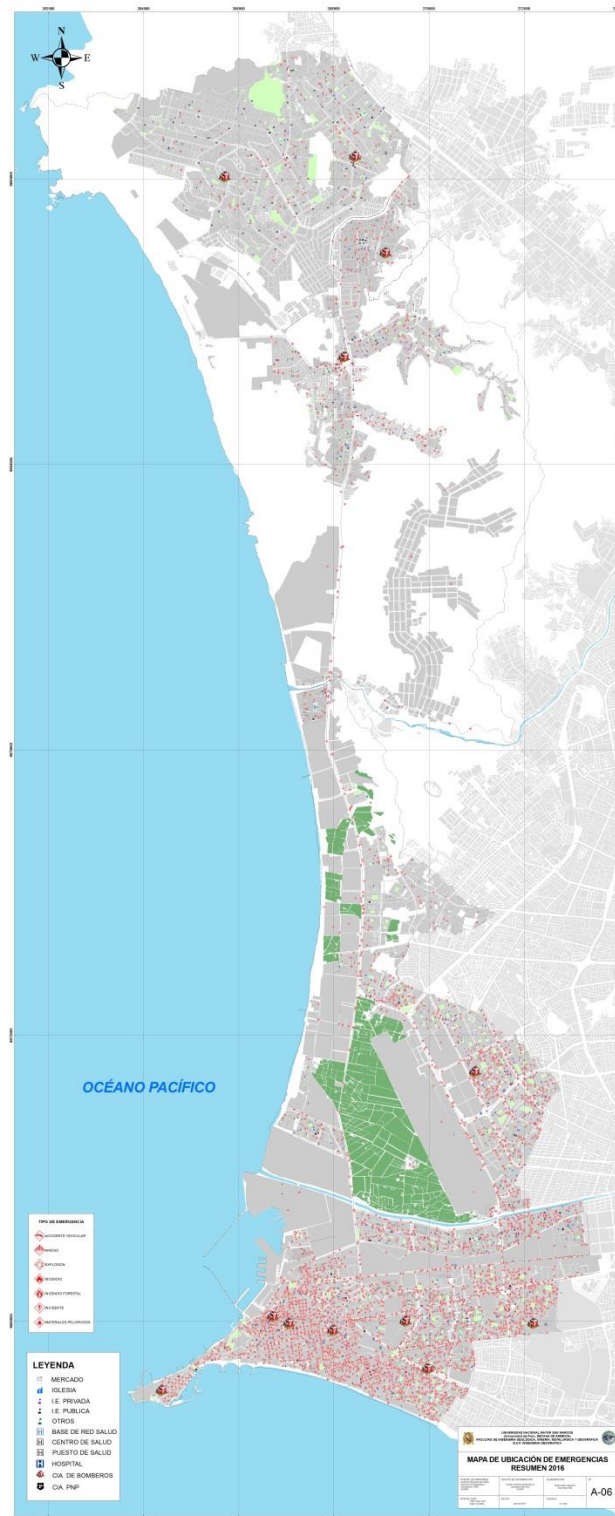
La aplicación de las herramientas *Integrate y Collect Events*, considerando un radio de distancia de 50 metros, evaluó los 4 periodos de estudio que comprenden las 9 444 emergencias atendidas geolocalizadas ubicados en la Región Callao (Véase Mapas 15-18), dando como resultado una mayor concentración de emergencias atendidas en los principales sectores como Callao Cercado, Chacaritas, Bellavista Cercado, La Perla Baja, entre otros. En términos de cantidades se han detectado sectores con más de 90 incidencias de emergencias atendidas, otros con más de 40 incidencias de emergencias atendidas y también sectores con menos de 5 incidencias de emergencias atendidas. (Véase Mapas 19)

Mapa 15. Distribución de Emergencias Atendidas – Año 2015



Fuente: CGBVP, GRC Callao/ Elaboración Propia

160

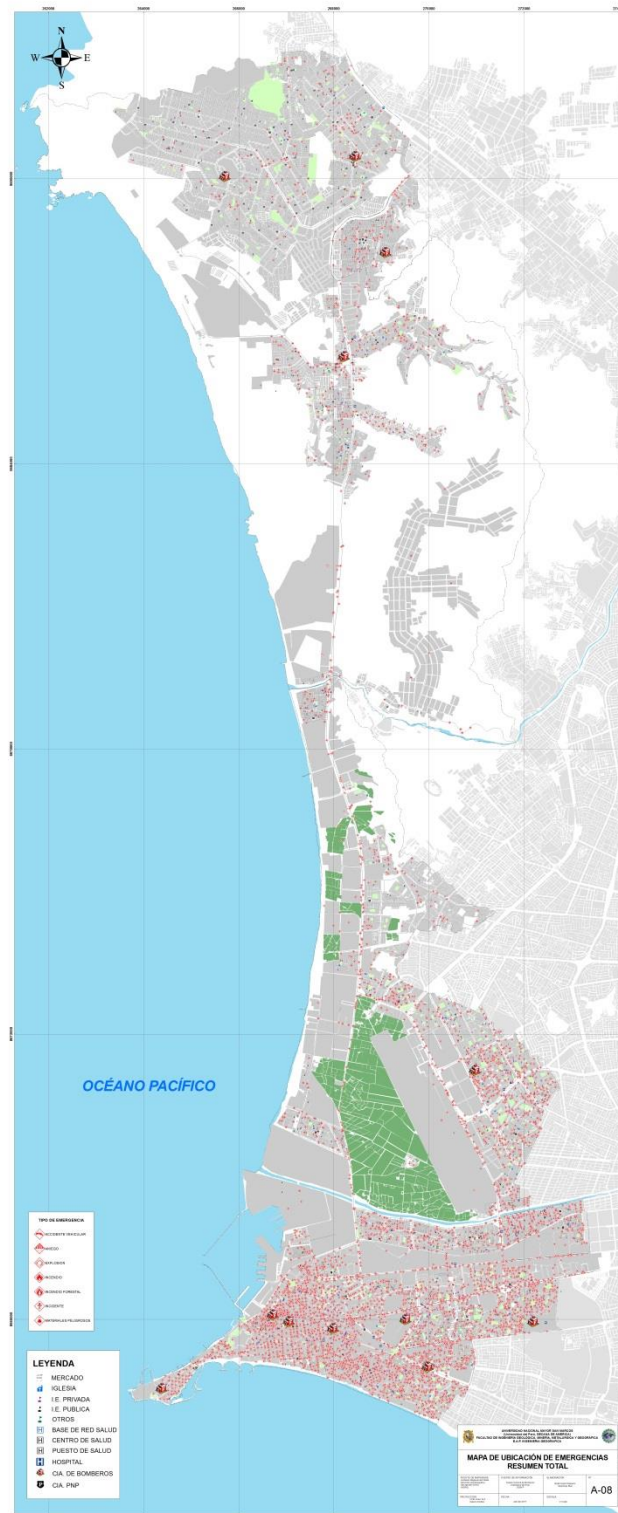


Mapa 17. Distribución de Emergencias Atendidas – Año 2017

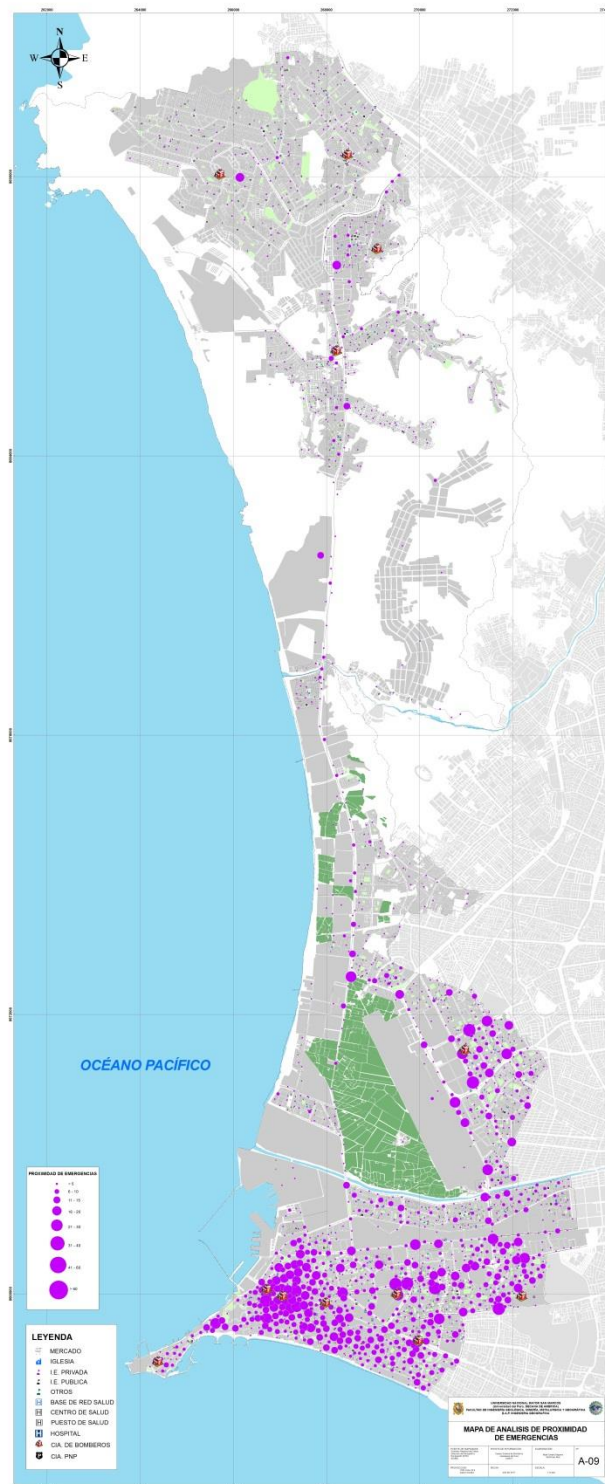


Fuente: CGBVP, GRC Callao/ Elaboración Propia

162



Mapa 19. Análisis de Proximidad de Emergencias Urbanas



Fuente: CGBVP, GRC Callao/ Elaboración Propia

4.1.2.4. Modelamiento de Puntos Críticos de Emergencias Urbanas

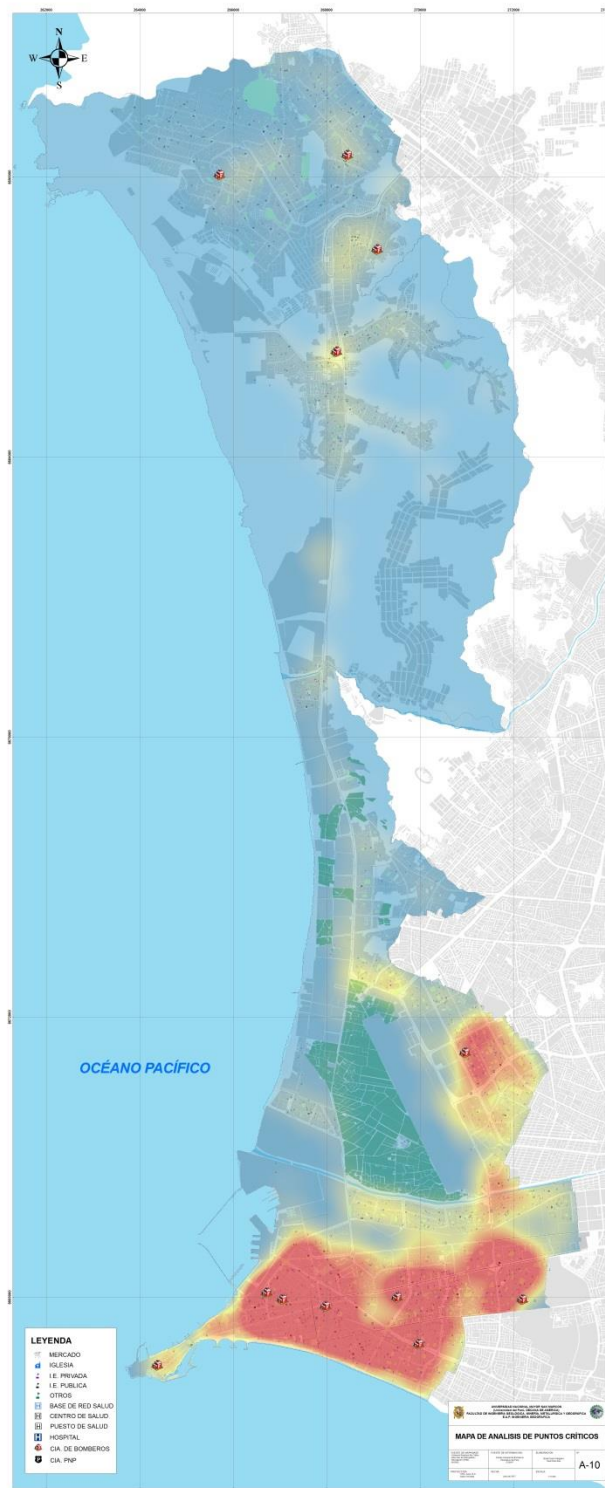
El modelamiento de puntos críticos de emergencias urbanas es un modelo de análisis espacial que determina la densidad de eventos considerando la cantidad de eventos dentro de un área determinada. Las zonas que concentran mayor densidad son las llamadas zonas de puntos críticos o zonas de puntos calientes, las cuales concentran la mayor cantidad de eventos por área mapeada.

Luego de realizar el análisis de proximidad de emergencias urbanas, se realizó el análisis de densidad dentro del software ArcGIS, para esto es importante resaltar que la herramienta utilizada fue *Kernel Density* del módulo de *Spatial Analyst*, esta herramienta evalúa la cantidad de eventos por celda y lo divide por el área de cada celda del archivo ráster de salida, considerando los valores de las celdas vecinas. El resultado obtenido está expresado en la cantidad de incidencias de emergencias atendidas considerando un radio de agrupación de 50 metros por kilómetro cuadrado.

El análisis de puntos críticos de emergencias urbanas demuestra con una mayor precisión e identifica los núcleos urbanos con mayor incidencia de emergencias, por ejemplo, en el distrito de Callao, posee la mayor zona crítica de emergencias urbanas, claramente influenciado por los factores urbanos como el material predominante de construcción, estado de conservación de la vivienda, años de antigüedad de la vivienda y también factores antrópicos que generan una situación de emergencia. La suma de estos factores la hace altamente vulnerable a la ocurrencia de emergencias urbanas. (Véase Mapa 20)

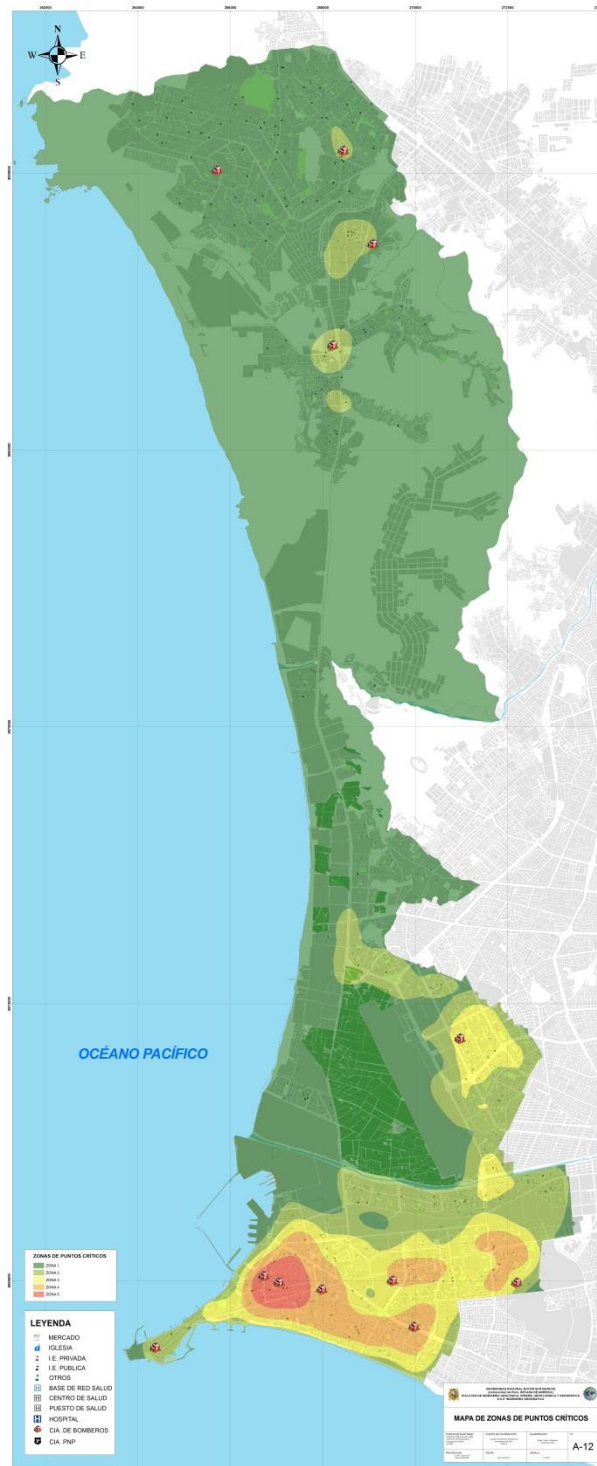
Las zonas críticas de emergencias urbanas se clasifican en cinco zonas críticas, estas zonas identifican las zonas vulnerables a la incidencia recurrente de emergencias urbanas, además de localizar los núcleos urbanos específicos que se encuentran en una vulnerabilidad alta ante situaciones de emergencia. (Véase Mapa 21)

Mapa 20. Análisis de Puntos Críticos



Fuente: CGBVP, GRC Callao/ Elaboración Propia

Mapa 21. Zonas Críticas de Emergencias Urbanas



Fuente: CGBVP, GRC Callao/ Elaboración Propia

4.1.3. Etapa III: Análisis y Resultados

4.1.3.1. Análisis Multicriterio para la Selección de Áreas Candidatas para Nuevas Compañías de Bomberos

El análisis multicriterio es una metodología para determinar resultados aptos considerando múltiples variables criterio y el grado de importancia o nivel de jerarquía de cada una de ellas, resultando la solución o soluciones más convenientes.

Esta propuesta considera ciertos criterios obtenidos por el Cuerpo General de Bomberos Voluntarios del Perú, que expresan que una compañía de bomberos ideal debe tener un área de terreno mayor o igual a 1000 m², que cuente con personal mínimo de 12 bomberos, 3 choferes, 1 paramédico, y además de contar con 1 unidad vehicular de rescate, 1 unidad vehicular médica, 1 unidad vehicular de materiales peligrosos, 1 unidad vehicular con escala telescópica, 1 unidad vehicular tipo autobomba y 1 grupo electrógeno.

La propuesta de las variables criterio para la selección de áreas candidatas para el establecimiento de una compañía de bomberos es:

1. Áreas de Cobertura de Respuesta o Áreas de Servicio:

Definidas por el área de servicio de cada compañía de bomberos, donde se representa el máximo alcance que cada una de ellas tiene dentro de su ámbito territorial de servicio.

2. Zonas Críticas de Emergencias Urbanas:

Definidas por la zonificación de la frecuencia de incidencias de emergencias urbanas geolocalizadas.

3. Accesibilidad:

- a. Cercanía a Vías Importantes: Definida por la cercanía a vías principales o importantes dentro de la red vial regional.
- b. Cercanía a Centros de Salud: Definida por la cercanía a los centros de salud, los cuales son centros de atención médica en situaciones de emergencia.
- c. Cercanía a Hidrantes de Agua: Definida por la cercanía a hidrantes de agua, los cuales son fuente o suministro del recurso agua en situación de emergencia.

4. Urbanismo:

- a. Bienes Estatales: Definido por un terreno en posesión del Estado Peruano.
- b. Área mayor a 1000 m²: Definida por el área de un terreno mayor o igual a 1000 m².

5. Riesgo por Fenómenos Naturales:

- a. Fuera del Límite de Inundación de Tsunami por Sismo de Magnitud 8.5 – 9 MW: Definida por los límites de inundación por el hipotético impacto de un tsunami originado por un sismo de magnitud 8.5 y 9.

6. Zonificación Urbana:

Definida por la zonificación urbana regional de la Región Callao, en la cual se clasifica el uso actual de los suelos.

La valoración propuesta para cada variable criterio considera el grado de importancia o peso jerárquico dentro del establecimiento de una compañía de bomberos, siendo la variable más importante la ubicación de zonas críticas de emergencias urbanas, la cual define las zonas de mayor incidencia de eventos, y posiblemente las zonas con mayor demanda para este tipo de servicio público.

El orden de valoración es el siguiente: 25% para la zonificación de zonas críticas de emergencias urbanas, 20% para la accesibilidad de vías importantes, 15% para las áreas de servicio, 10% para áreas mayores a 1000 m², 10% para el uso actual de los suelos, 5% para la cercanía a hidrantes de agua, para la cercanía a centros de salud, para los bienes estatales y para los riesgos por fenómenos naturales. (Véase Cuadro 32)

Cuadro 32. Criterios de Evaluación para la Selección de Áreas Candidatas

CRITERIOS DE EVALUACIÓN PARA LA SELECCIÓN DE CANDIDATOS									
ITEM	NOMBRE	VALORACION	CRITERIO		CLASIFICACION				
1	A	15	Análisis de Cía.	Áreas de Servicio	Respuesta de 4 min		Respuesta de 8 min		
2	B	25		Zonas Críticas de Emergencias Urbanas	Zona 5	Zona 4	Zona 3	Zona 2	Zona 1
3	C	20	Accesibilidad	Accesibilidad a Vías Importantes	Hasta 50 m	Hasta 100 m		Hasta 250 m	
4	D	5		Cercanía a Centros de Salud	Hasta 50 m	Hasta 100m		Hasta 250 m	
5	E	5		Cercanía a Hidrantes de Agua	Hasta 50 m	Hasta 100m		Hasta 250 m	
6	F	5	Urbanismo	Bienes Estatales	Terreno propiedad del Estado		No es propiedad del Estado		
7	G	10		Área mayor a 1000 m2	Área mayor a 1000 m2		Área Menor a 1000 m2		
8	H	5	R.F.N.	Fuera de área de inundación de tsunami	Fuera de AI		Dentro de AI		
9	I	10	Zonificación Urbana	Uso Actual de Suelos	Institucional	Equipamiento	Salud	Urbano	Otros Usos

Fuente: Elaboración Propia

Por lo tanto, la ecuación para la selección de áreas candidatas es la siguiente:

$$("A"*0.15) + ("B"*0.25) + ("C"*0.2) + ("D"*0.05) + ("E"*0.05) + ("F"*0.05) + ("G"*0.1) + ("H"*0.05) + ("I"*0.1)$$

Para el caso de la red de compañías de bomberos actual, se realizó la evaluación situacional de cada compañía de bomberos, con la finalidad de identificar cuales compañías de bomberos son no aptas para conformar la nueva de red regional de compañías de bomberos.

El resultado indicó que solo 6 compañías de bomberos se encuentran en condición buena y regular para conformar la propuesta de la nueva red regional de compañías de bomberos. Por ello, se recomendó realizar acciones de reubicación de las compañías de bomberos que no cumplieron con los criterios de evaluación. (Véase Cuadro 33)

Cuadro 33. Evaluación Actual de la Red de Cía. de Bomberos en la Región Callao

ITEM	NOMBRE	ACCION	CONDICIÓN	DISTRITO
1	Cía. CGBVP N°18	Reubicar Compañía de Bomberos	Malo	Callao
2	Cía. CGBVP Unión Chalaca N° 1	Reubicar Compañía de Bomberos	Malo	Callao
3	Cía. CGBVP Italia N° 5	Reubicar Compañía de Bomberos	Malo	Bellavista
4	Cía. CGBVP Garibaldi N° 7	Ninguna	Bueno	La Perla
5	Cía. CGBVP Salvadora Callao N° 9	Ninguna	Bueno	Callao
6	Cía. CGBVP Callao N° 15	Reubicar Compañía de Bomberos	Malo	Bellavista
7	Cía. CGBVP La Punta N° 34	Reubicar Compañía de Bomberos	Malo	La Punta
8	Cía. CGBVP Antonio Alarco Espinoza N° 60	Ninguna	Regular	Bellavista
9	Cía. CGBVP Teniente CBP Lorenzo Giraldo Vega N° 75	Reubicar Compañía de Bomberos	Malo	Ventanilla
10	Cía. CGBVP Alejandro Reyes León N° 184	Ninguna	Bueno	Ventanilla
11	Cía. CGBVP Adolfo Martin King Leoane N° 207	Ninguna	Bueno	Ventanilla
12	Cía. CGBVP Pachacutec N° 232	Ninguna	Regular	Ventanilla






Fuente: Elaboración Propia

La aplicación de la ecuación de selección de áreas candidatas para el establecimiento de compañías de bomberos seleccionó áreas candidatas que cumplieron con los criterios de evaluación propuestos. Resultando 14 áreas de terreno seleccionadas, mayores a 1000 m² en propiedad del estado, cercanos a vías principales, a centros de salud e hidrantes de agua, con una ubicación estratégica para la atención de la demanda de emergencias urbanas y alejadas de los límites de inundación por tsunami originado por sismos de magnitud 8.5 o 9 Mw. (Véase Mapa 22)


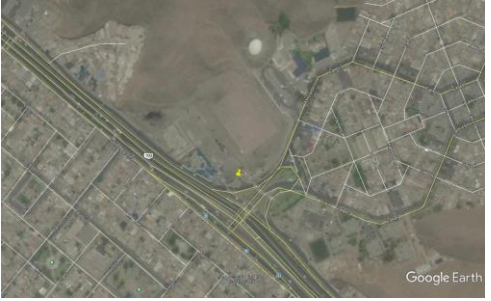

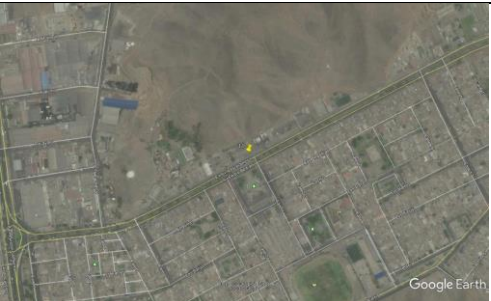

A continuación, la relación de las 14 áreas candidatas seleccionadas para el establecimiento de compañías de bomberos: (Véase Cuadro 34)

Cuadro 34. Selección de Áreas Candidatas

ITEM	NOMBRE	UBICACIÓN	AREA_M ²	DISTRITO	FOTO
1	Candidato 1	Ca Colina 810	22918.11	Bellavista	
2	Candidato 2	Av. Oscar Benavides con Av. Insurgentes	58864.35	Callao	

3	Candidato 3	Jr. Talara 137	3511.44	Callao	
4	Candidato 4	Av. Primero de Mayo 1150	4046.52	Carmen De La Legua	
5	Candidato 5	Av. Argentina 3060	5112.86	Callao	
6	Candidato 6	Av. Morales Duarez con Jr. Madre De Dios	18005.19	Callao	
7	Candidato 7	Av. Néstor Gambetta Con Av. B	130864.09	Callao	

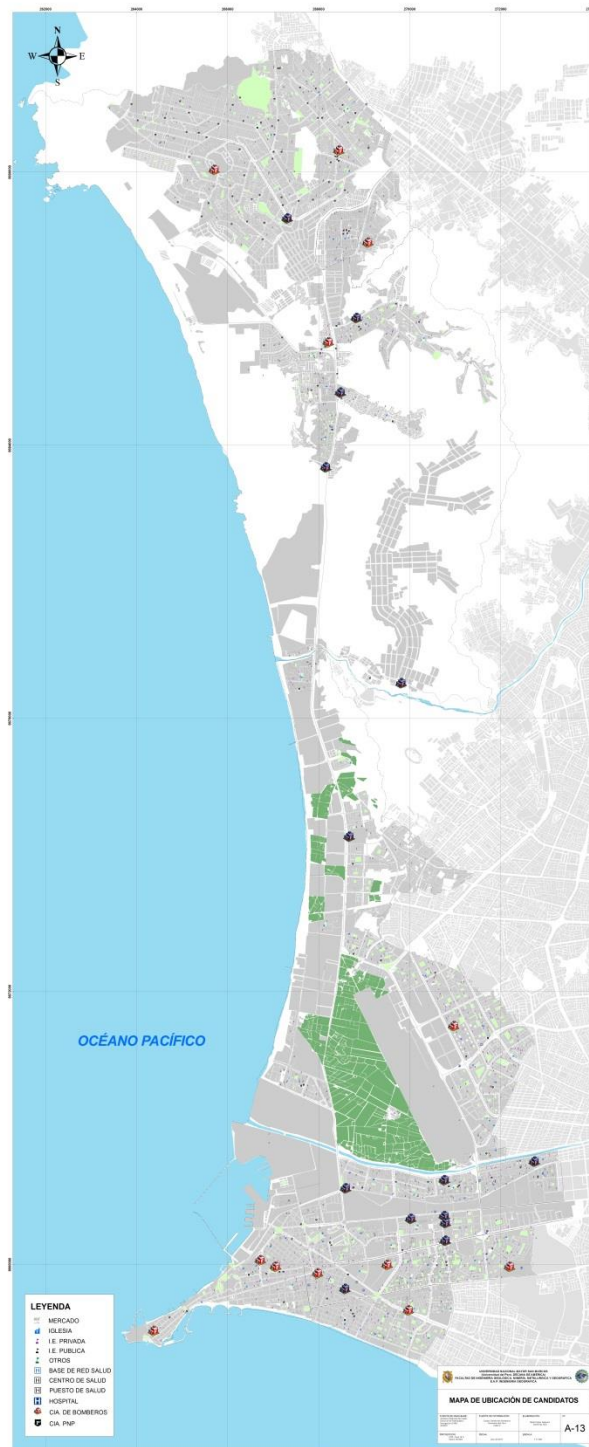
APLICACIÓN DE MODELOS DE LOCALIZACIÓN – ASIGNACIÓN Y EVALUACIÓN MULTICRITERIO PARA LA LOCALIZACIÓN DE NUEVAS INSTALACIONES DE COMPAÑÍAS DE BOMBEROS EN EL AMBITO DE LA PROVINCIA CONSTITUCIONAL DEL CALLAO

8	Candidato 8	Av Nestor Gambetta S/N	14724.47	Ventanilla	
9	Candidato 9	Av Nestor Gambetta S/N	36943.61	Ventanilla	
10	Candidato 10	Av. Chillón con Av. Central	5602.98	Ventanilla	
11	Candidato 11	Av Pedro Beltran S/N	2320.60	Ventanilla	
12	Candidato 12	Av. 200 Millas S/N	1005.48	Ventanilla	

13	Candidato 13	Av. Argentina con Av. Insurgentes	14022.05	Callao	
14	Candidato 14	Av. Argentina con Av. Insurgentes	9383.57	Callao	

Fuente: Elaboración Propia

Mapa 22. Ubicación de Lugares Candidatos



Fuente: CGBVP, GRC Callao/ Elaboración Propia

4.1.3.2. Aplicación de Modelos de Localización y Asignación

El software de ArcGIS ofrece una variedad de resolución de problemas tipo, mediante la aplicación de modelos de localización y asignación. Dentro del software ArcGIS se tiene los siguientes modelos: (1) El modelo para minimizar la impedancia, (2) el modelo para maximizar la cobertura, (3) el modelo para maximizar la cobertura capacitada, (4) el modelo para minimizar las instalaciones, (5) el modelo para maximizar la asistencia, (6) el modelo para maximizar la cuota de mercado y (7) el modelo para maximizar la cuota de mercado objetivo.

Cada modelo de localización y asignación posee una finalidad, y provee los mejores resultados según sea el tipo de problema, desde la ubicación de un supermercado o retail, hasta la elección de paradas de buses para peatones dentro de una comunidad.

Para el análisis de emergencias urbanas generalmente se utilizan los modelos para maximizar la cobertura y maximizar la asistencia. Sin embargo, si existe una fuente de información acerca de la capacidad de las instalaciones a analizar, entonces se podrá utilizar el modelo de maximizar la cobertura capacitada. Asimismo, el modelo para maximizar la cobertura capacitada analiza el máximo alcance de un candidato a instalación en un tiempo determinado, considerando la capacidad de atención de cada candidato analizado. Sin embargo, el modelo de maximizar la cobertura no considera esta variable para el análisis del máximo alcance en tiempo determinado.

Dentro del software ArcGIS se utilizaron los modelos para maximizar la cobertura (Modelo 1) y maximizar la asistencia (Modelo 2) a la red vial de análisis del sistema vial regional del Callao en un tiempo estimado de 8 minutos con un total de 14 áreas

candidatas y se obtuvieron los siguientes resultados. Del modelo de máxima cobertura (Modelo 1) se obtuvo un tiempo promedio general de 4.06 minutos, el cual se encuentra dentro del rango de la primera respuesta del tiempo de respuesta experimental (8 minutos). Además, se obtuvo una distancia máxima promedio de 3.28 km. (Véase Cuadro 35)

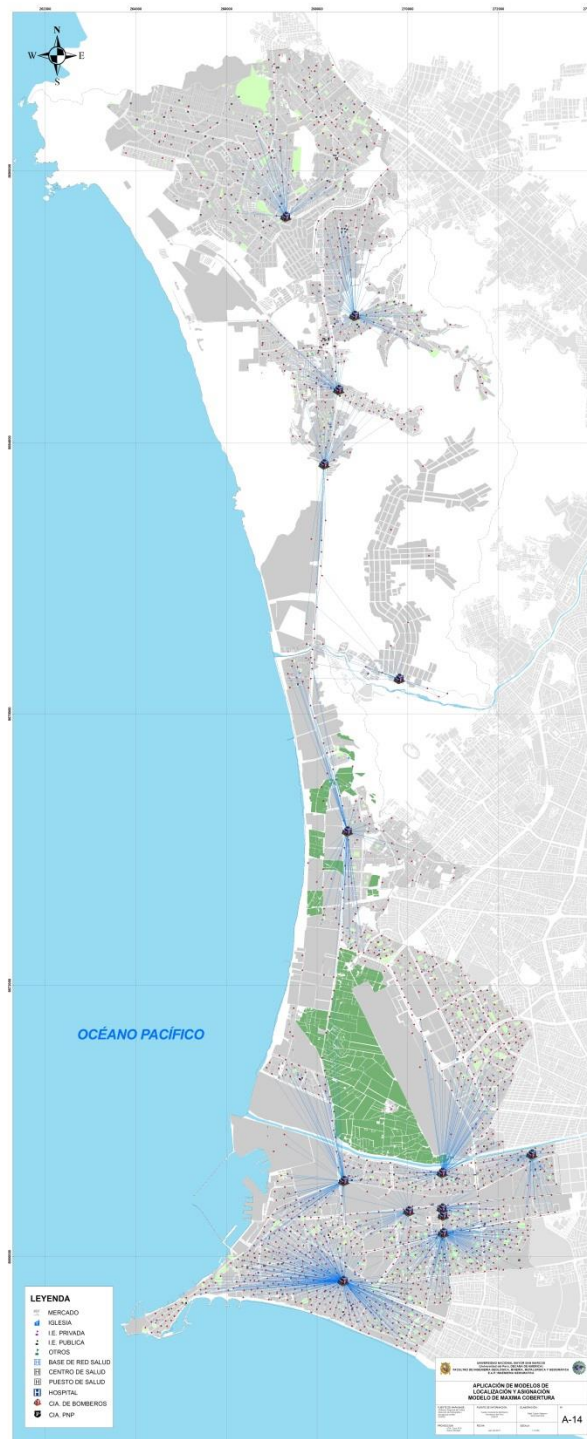
Cuadro 35. Resultados de la Aplicación del Modelo de Máxima Cobertura (Modelo 1)

ITEM	NOMBRE	DISTANCIA ACUMULADA (KM)	DISTANCIA MÁXIMA PROMEDIO (KM)	TIEMPO ACUMULADO (MIN)	TIEMPO PROMEDIO (MIN)	DEMANDA POTENCIAL
1	Candidato 1	523.09	3.54	1336.89	4.49	3637
2	Candidato 2	220.71	2.66	571.02	3.83	1402
3	Candidato 3	194.67	4.32	453.02	4.82	526
4	Candidato 4	49.27	3.05	154.58	3.09	284
5	Candidato 5	52.07	2.12	124.94	2.97	355
6	Candidato 6	230.62	4.66	480.52	4.81	663
7	Candidato 7	187.98	4.65	378.78	5.49	254
8	Candidato 8	80.74	4.7	175.13	4.61	141
9	Candidato 9	73.22	3.09	180.11	5.15	106
10	Candidato 10	25.77	3.59	60.99	4.36	33
11	Candidato 11	130.17	3.7	351.44	4.69	255
12	Candidato 12	78.21	2.77	246.97	5.49	101
13	Candidato 13	31.58	3	85.68	3.06	237
14	Candidato 14	0	0	0	0	0

Fuente: Elaboración Propia

Asimismo, se elaboró el mapa de la aplicación del modelo de máxima cobertura en el cual se puede identificar espacialmente los resultados obtenidos de la demanda potencial para la atención de emergencia urbanas, resaltando el Candidato N° 1 con una atención total de 3637 emergencias urbanas. (Véase Mapa 23)

Mapa 23. Modelo de Localización y Asignación: Máxima Cobertura



Fuente: CGBVP, GRC Callao/ Elaboración Propia

Del modelo de máxima asistencia (Modelo 2) se obtuvo un tiempo promedio general de 3.88 minutos, el cual se encuentra dentro del rango de la primera respuesta del tiempo de respuesta experimental. Asimismo, se obtuvo una distancia máxima promedio de 3.12 km. (Véase Cuadro 36)

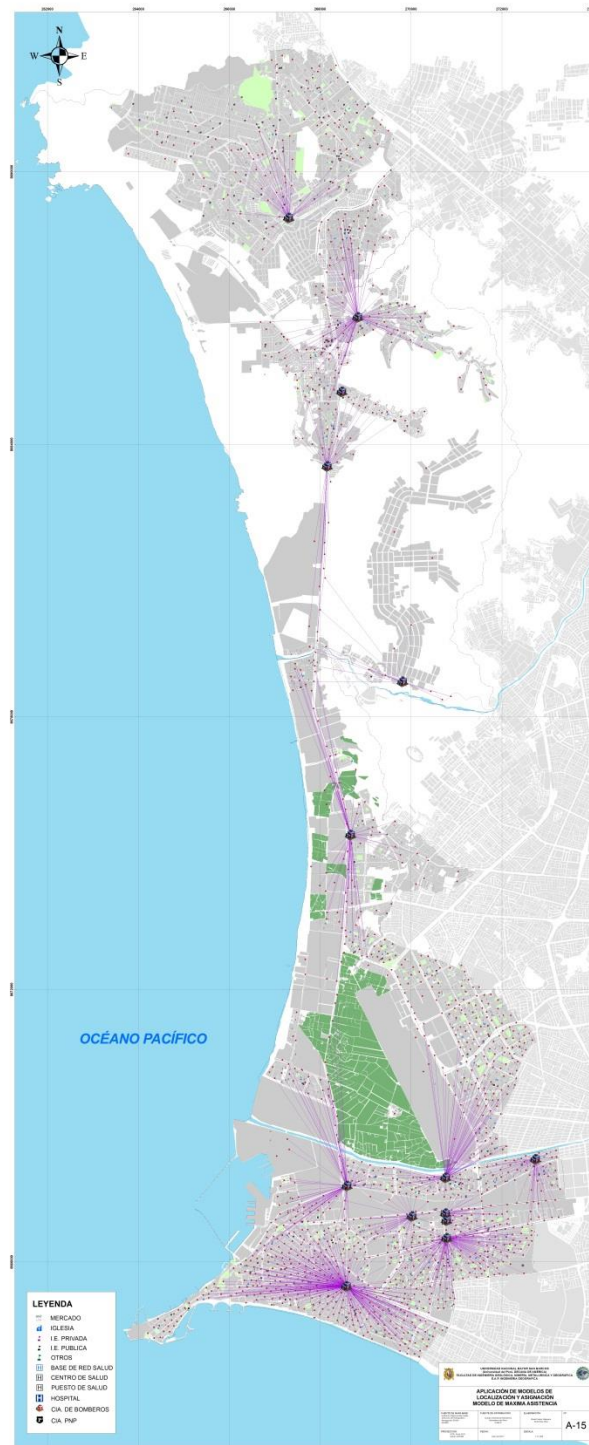
Cuadro 36. Resultados de la Aplicación del Modelo de Máxima Asistencia (Modelo 2)

ITEM	NOMBRE	DISTANCIA ACUMULADA (KM)	DISTANCIA MÁXIMA PROMEDIO (KM)	TIEMPO ACUMULADO (MIN)	TIEMPO PROMEDIO (MIN)	DEMANDA POTENCIAL
1	Candidato 1	523.09	3.54	1336.89	4.49	1551.60
2	Candidato 2	211.61	2.66	546.81	3.91	682.75
3	Candidato 3	194.67	4.32	453.02	4.82	219.56
4	Candidato 4	49.27	3.05	154.58	3.09	175.26
5	Candidato 5	52.07	2.12	124.94	2.97	229.08
6	Candidato 6	230.62	4.66	480.52	4.81	255.82
7	Candidato 7	187.98	4.65	378.78	5.49	79.47
8	Candidato 8	82.71	4.7	181.98	4.67	69.44
9	Candidato 9	0	0	0	0	0
10	Candidato 10	25.77	3.59	60.99	4.36	12.95
11	Candidato 11	197.78	3.7	534.62	4.95	145.24
12	Candidato 12	78.21	2.77	246.97	5.49	29.56
13	Candidato 13	29.55	3	80.06	3.08	124.54
14	Candidato 14	7.31	0.97	23.74	2.16	72.57

Fuente: Elaboración Propia

Asimismo, se elaboró el mapa de la aplicación del modelo de máxima asistencia en el cual se puede identificar espacialmente los resultados obtenidos de la demanda potencial para la atención de emergencia urbanas, resaltando el Candidato N° 1 con una atención parcial de 1551.60 emergencias urbanas. (Véase Mapa 23)

Mapa 24. Modelo de Localización y Asignación: Máxima Asistencia



Fuente: CGBVP, GRC Callao/ Elaboración Propia

4.1.3.3. ***Análisis de Demanda Potencial para las Áreas Candidatas a Compañías de Bomberos***

De la aplicación del modelo de máxima cobertura (Modelo 1) y el modelo de máxima asistencia (Modelo 2) dan como resultados indicadores similares en términos de distancia máxima y tiempo promedio para la selección de áreas candidatas preliminares. La demanda potencial de asistencia a emergencias urbanas de las áreas candidatas a compañías de bomberos expresa cantidades aproximadas de posibles emergencias atendidas en un tiempo estimado de respuesta de 8 minutos. Es importante resaltar, que el Modelo 1 considera la atención total de la emergencia urbana en comparación al Modelo 2, el cual solo considera la atención parcial de la emergencia urbana, siendo el modelo 1 el que atiende en un 100% la atención de las emergencias urbanas.

Posteriormente, se identificaron las áreas candidatas que cumplen con la demanda potencial promedio y la distancia máxima promedio. Las áreas candidatas seleccionadas preliminares por el modelo 1 han sido organizadas al siguiente detalle: Candidato N° 1, Candidato N° 2, Candidato N° 3, Candidato N° 5, Candidato N° 6, Candidato N° 7, Candidato N° 8, Candidato N° 10 y Candidato N° 11. (Véase Cuadro 37)

Cuadro 37. Cálculo de Demanda Potencial de Áreas Candidatas para Modelo 1

ITEM	NOMBRE	UBICACIÓN	AREA_M2	DISTANCIA MAXIMA PROMEDIO (KM)	DEMANDA POTENCIAL	DISTRITO
1	Candidato 1	Ca Colina 810	22918.11	3.54	3637	Bellavista
2	Candidato 2	Av. Oscar Benavides con Av. Insurgentes	58864.35	2.66	1402	Callao
3	Candidato 3	Jr. Talara 137	3511.44	4.32	526	Callao
4	Candidato 4	Av. Primero de Mayo 1150	4046.52	3.05	284	Carmen De La Legua
5	Candidato 5	Av. Argentina 3060	5112.86	2.12	355	Callao
6	Candidato 6	Av. Morales Duarez con Jr. Madre De Dios	18005.19	4.66	663	Callao
7	Candidato 7	Av. Néstor Gambetta Con Av. B	130864.09	4.65	254	Callao
8	Candidato 8	Av Nestor Gambetta S/N	14724.47	4.7	141	Ventanilla

9	Candidato 9	Av Nestor Gambetta S/N	36943.61	3.09	106	Ventanilla
10	Candidato 10	Av. Chillón con Av. Central	5602.98	3.59	33	Ventanilla
11	Candidato 11	Av Pedro Beltran S/N	2320.60	3.7	255	Ventanilla
12	Candidato 12	Av. 200 Millas S/N	1005.48	2.77	101	Ventanilla
13	Candidato 13	Av. Argentina con Av. Insurgentes	14022.05	3	237	Callao
14	Candidato 14	Av. Argentina con Av. Insurgentes	9383.57	0	0	Callao

Fuente: Elaboración Propia

Las áreas candidatas seleccionadas preliminares por el modelo 2 han sido organizadas de acuerdo con el siguiente detalle: Candidato N° 1, Candidato N° 2, Candidato N° 3, Candidato N° 4, Candidato N° 6, Candidato N° 7, Candidato N° 8, Candidato N° 10 y Candidato N° 11. (Véase Cuadro 38)

Cuadro 38. Cálculo de Demanda Potencial de Áreas Candidatas para Modelo 2

ITEM	NOMBRE	UBICACIÓN	AREA_M2	DISTANCIA MAXIMA PROMEDIO (KM)	DEMANDA POTENCIAL	DISTRITO
1	Candidato 1	Ca Colina 810	22918.11	3.54	1551.60	Bellavista
2	Candidato 2	Av. Oscar Benavides con Av. Insurgentes	58864.35	2.66	682.75	Callao
3	Candidato 3	Jr. Talara 137	3511.44	4.32	219.53	Callao
4	Candidato 4	Av. Primero de Mayo 1150	4046.52	3.05	175.26	Carmen De La Legua
5	Candidato 5	Av. Argentina 3060	5112.86	2.12	229.08	Callao
6	Candidato 6	Av. Morales Duarez con Jr. Madre De Dios	18005.19	4.66	255.82	Callao
7	Candidato 7	Av. Néstor Gambetta Con Av. B	130864.09	4.65	79.47	Callao
8	Candidato 8	Av Nestor Gambetta S/N	14724.47	4.7	69.44	Ventanilla
9	Candidato 9	Av Nestor Gambetta S/N	36943.61	0	0	Ventanilla
10	Candidato 10	Av. Chillón con Av. Central	5602.98	3.59	12.95	Ventanilla
11	Candidato 11	Av Pedro Beltran S/N	2320.60	3.7	145.24	Ventanilla
12	Candidato 12	Av. 200 Millas S/N	1005.48	2.77	29.56	Ventanilla
13	Candidato 13	Av. Argentina con Av. Insurgentes	14022.05	3	124.54	Callao
14	Candidato 14	Av. Argentina con Av. Insurgentes	9383.57	0.97	72.57	Callao

Fuente: Elaboración Propia

Los modelos de localización y asignación aplicados expresan el comportamiento de las emergencias urbanas cubiertas por los candidatos evaluados. Sin embargo, la diferencia entre los resultados del modelo 1 y el modelo 2, radica principalmente en la consideración de la atención al 100% de la emergencia urbana para iniciar una nueva atención; es decir, el modelo 1 – Modelo de Máxima Cobertura expresa mejor la complejidad requerida para la resolución de la problemática geográfica analizada.

Por tanto, se utilizaron los resultados del modelo de máxima cobertura (modelo 1) para seleccionar y analizar espacialmente a la ubicación estratégica de las 14 áreas candidatas considerando el resultando de la demanda potencial de cada área candidata.

De los resultados del modelo de máxima cobertura, se identificó que la demanda potencial del **Candidato N° 1** cuenta con el valor de 3637 en demanda potencial, siendo la demanda potencial más alta en toda la región Callao, resultando seleccionada como el área candidata más eficiente y apta para una nueva locación de compañía de bomberos.

Para el caso del sector de la zona industrial del distrito de Callao, se cuenta con 5 áreas candidatas para compañías de bomberos (Candidatos N° 2, 3, 5, 13 y 14). Los resultados de la demanda potencial indicaron que el Candidato N° 2 (Demanda Potencial de 1402) posee una mayor demanda potencial que los Candidatos N° 5, 13 y 14 (Demanda Potencial de 355, 237 y 0, respectivamente). Siendo más eficiente y seleccionado el **Candidato N° 2** para ese sector. Asimismo, el **Candidato N° 3** al no tener áreas candidatas cercanas queda seleccionado por su posición estratégica.

Para el caso del distrito de Carmen de la Legua, se cuenta con 1 área candidata para una compañía de bomberos (Candidato N° 4) y 1 área candidata perteneciente al distrito del Callao (Candidato N° 6), la cual esta próxima al distrito de Carmen de la Legua. Los resultados de la demanda potencial indicaron que el Candidato N° 6 (Demanda Potencial de 663) posee una mayor demanda potencial que el Candidato N° 4 (Demanda Potencial de 284). Por lo tanto, cumpliría mejor con su atención a las emergencias próximas de los distritos de Callao y Carmen de la Legua. Siendo más eficiente el **Candidato N° 6** para el distrito de Carmen de la Legua.

Para el caso del sector de Ventanilla Centro del distrito de Ventanilla, se cuenta con 3 áreas candidatas para compañías de bomberos (Candidatos N° 8, 9 y 11). Los resultados de la demanda potencial indicaron que los Candidatos N° 8 y 11 (Demanda Potencial de 141 y 255, respectivamente) poseen una mayor demanda potencial que el Candidato N° 9 (Demanda Potencial de 106). Siendo más eficientes los **Candidatos N° 8 y 11**.

Los Candidatos N° 7 y 12 no cuentan con demandas potenciales muy altas. Sin embargo, estas áreas candidatas para compañías de bomberos cuentan con una ubicación estratégica que otorga una mayor extensión y cobertura del área del servicio de las compañías de bomberos, en los sectores Oquendo y Ventanilla Sur. Por ello, los **Candidatos N° 7 y 12** son seleccionados por tener una ubicación estratégica que permite el aumento de la cobertura del área de servicio de la red de compañías de bomberos en la región Callao, para zonas en donde el tiempo de respuesta es superior a los 15 minutos.

Finalmente, se seleccionó a las siguientes áreas candidatas como candidatos finales: Candidato N° 1, Candidato N° 2, Candidato N° 3, Candidato N° 6, Candidato N° 7, Candidato N° 8, Candidato N° 11 y Candidato N° 12. De las cuales solo 4 son candidatas para un proceso de reubicación de compañías antiguas, y las demás para la instalación de nuevas compañías de bomberos. (Véase Cuadro 39)

Cuadro 39. Selección final de Áreas Candidatas

ITEM	NOMBRE	UBICACIÓN	AREA_M2	CONDICION	DISTRITO
1	Candidato 1	Ca Colina 810	22918.11	Reubicación Cía. 6	Bellavista
2	Candidato 2	Av. Oscar Benavides con Av. Insurgentes	58864.35	Nueva Cía.	Callao
3	Candidato 3	Jr. Talara 137	3511.44	Reubicación Cía. 3	Callao
4	Candidato 6	Av. Morales Duarez con Jr. Madre De Dios	18005.19	Reubicación Cía. 1	Callao
5	Candidato 7	Av. Néstor Gambetta Con Av. B	130864.09	Nueva Cía.	Callao
6	Candidato 8	Av Nestor Gambetta S/N	14724.47	Nueva Cía.	Ventanilla
7	Candidato 11	Av Pedro Beltran S/N	2320.60	Reubicación Cía. 9	Ventanilla
8	Candidato 12	Av. 200 Millas S/N	1005.48	Nueva Cía.	Ventanilla

Fuente: Elaboración Propia

CAPÍTULO V

RESULTADOS

Luego de realizar el análisis de demanda potencial, se tomó en consideración 8 áreas candidatas para compañías de bomberos, que cumplen con las condiciones de las variables criterio para la selección de áreas candidatas más aptas para el establecimiento de una compañía de bomberos y que además presentan una importancia en la propuesta de la red regional de compañías de bomberos, la cual tiene como finalidad de brindar atención a la mayor cantidad de núcleos urbanos que requieran de la atención a emergencias urbanas.

La propuesta de la red regional de compañías de bomberos considera las 8 áreas candidatas y 6 compañías de bomberos ya existentes, las cuales cumplen con las condiciones de los variables criterio y además poseen una ubicación estratégica. Asimismo, se ha considerado la permanencia de la Cía. La Punta N° 34 y Cía. Unión Chalaca N° 1, debido a que no es posible su reubicación porque se encuentran en una zona de alto riesgo, pero cumplen un rol importante solo para la atención a emergencias de los núcleos urbanos próximos, resultando 8 compañías de bomberos existentes que conforman la propuesta de la red regional. Sin embargo, hay que tener en cuenta que, en una situación de emergencia nacional, la eficiencia de su labor será perjudicada por

el peligro inminente del impacto de ola de tsunami por la ocurrencia de un sismo de 8.5 o 9 Mw., donde su ubicación se encontraría en riesgo, por lo tanto, su servicio de atención a emergencias urbanas se paralizaría.

A continuación, se detalla la relación de compañías de bomberos que conforman la propuesta de la red regional de compañías de bomberos: (Véase Cuadro 40 y Mapa 25)

Cuadro 40. Relación de Compañías para la Propuesta de la Red Regional de Cía. de Bomberos

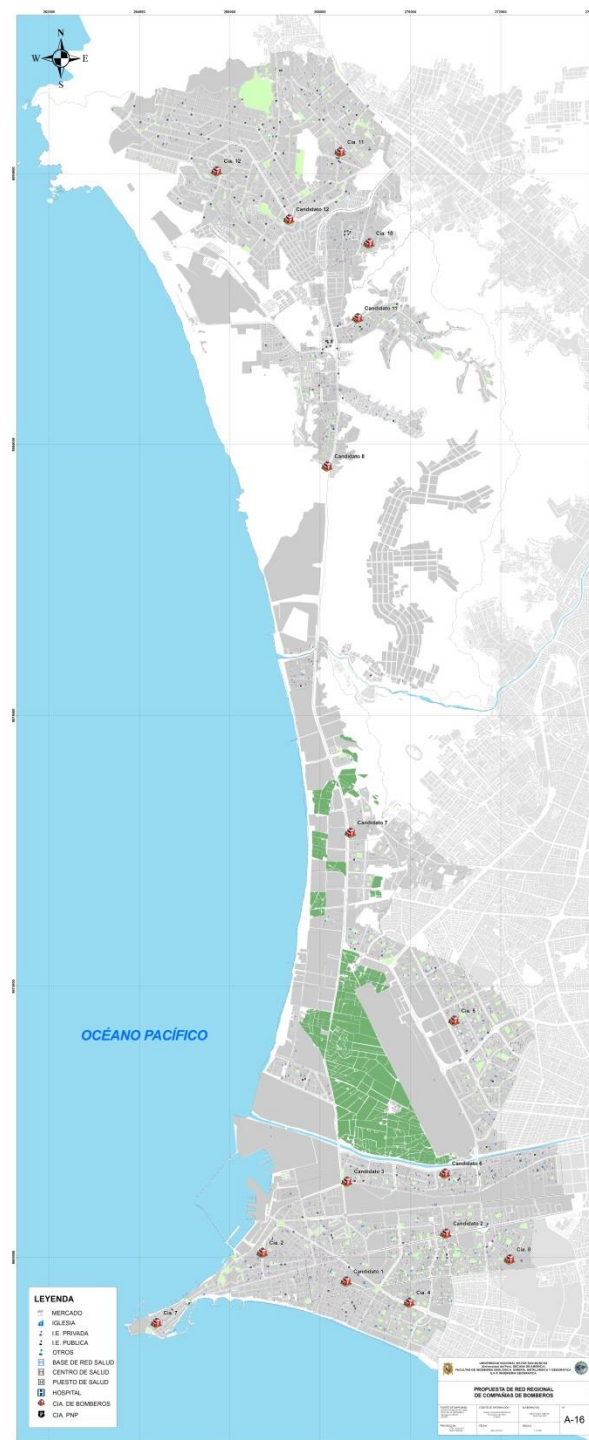
ITEM	NOMBRE DE COMPAÑÍA DE BOMBEROS	DISTRITO
1	Cía. 7 / Cía. CGBVP La Punta N° 34	La Punta
2	Cía. 2 / Cía. CGBVP Unión Chalaca N° 1	Callao
3	Candidato 1	Bellavista
4	Cía. 4 / Cía. CGBVP Garibaldi N° 7	La Perla
5	Candidato 3	Bellavista
6	Candidato 6	Callao
7	Candidato 2	Callao
8	Cía. 8 / Cía. CGBVP Antonio Alarco Espinoza N° 60	Bellavista
9	Cía. 5 / Cía. CGBVP Salvadora Callao N° 9	Callao
10	Candidato 7	Callao
11	Candidato 8	Callao
12	Cía. 12 / Cía. CGBVP Pachacutec N° 232	Ventanilla
13	Candidato 12	Ventanilla
14	Candidato 11	Ventanilla
15	Cía. 11 / Cía. CGBVP Adolfo Martín King Leoane N° 207	Ventanilla
16	Cía. 10 / Cía. CGBVP Alejandro Reyes Leon N° 184	Mi Perú

Fuente: Elaboración Propia

Finalmente, la propuesta de la red regional de compañías de bomberos se encuentra conformada por 16 compañías de bomberos distribuidas a lo largo de toda la Región Callao, considerando ubicaciones estratégicas que mejoran la cobertura de la atención

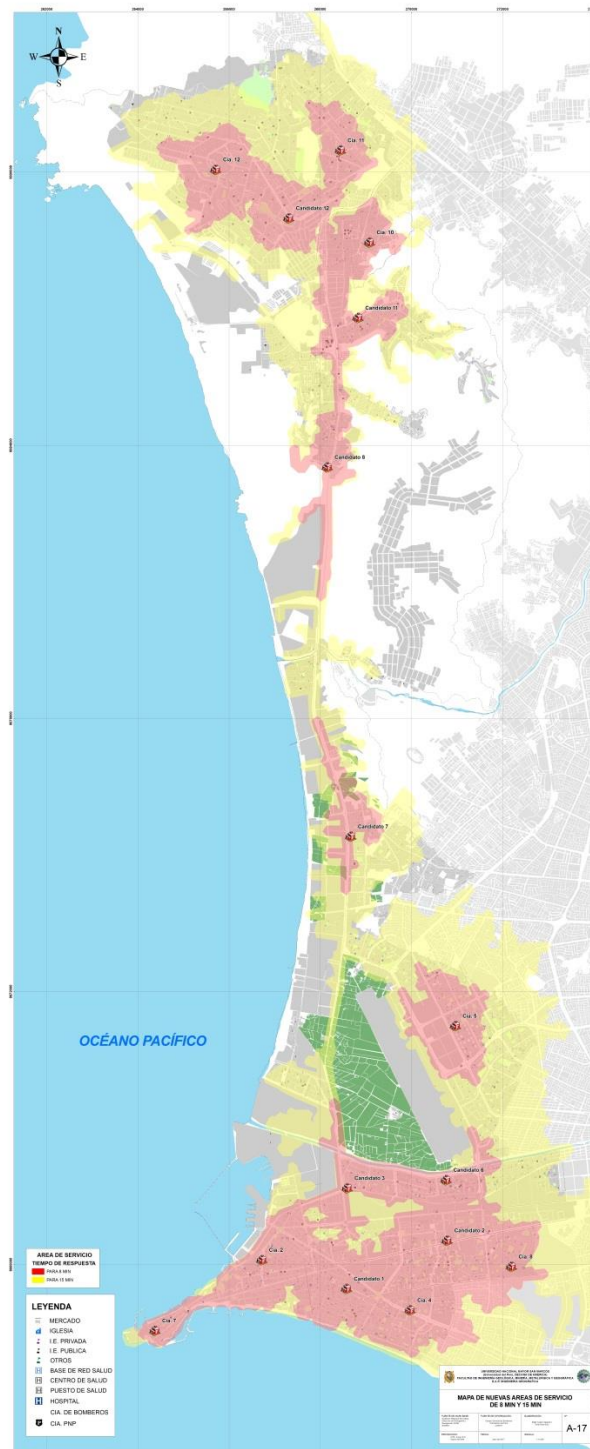
a emergencias, lo cual se puede visualizar en el Mapa de Nuevas Áreas de Servicio para 8 min y 15 min. (Véase Mapa 26)

Mapa 25. Propuesta de Red de Compañías de Bomberos en la Provincia Constitucional del Callao



Fuente: CGBVP, GRC Callao/ Elaboración Propia

Mapa 26. Mapa de Nuevas Áreas de Servicio para 8 min y 15 min



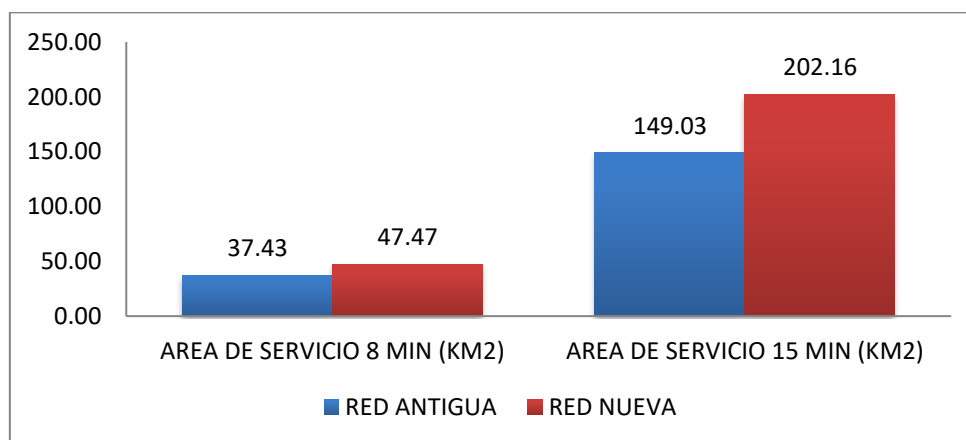
Fuente: CGBVP, GRC Callao/ Elaboración Propia

5.1. Prueba de Hipótesis

Mediante la aplicación de los modelos de localización – asignación y evaluación multicriterio se puede realizar la localización de nuevas instalaciones para las compañías de bomberos en los distritos de Bellavista, Callao Cercado, Carmen de la Legua, La Perla, La Punta, Ventanilla y Mi Perú.

En términos de áreas de servicio, se analizaron los datos de la red antigua de compañías de bomberos frente a la propuesta de la red regional de compañías de bomberos, siendo el tiempo estimado de 15 min, tiempo de mayor alcance del área de servicio, considerando el % de área de traslape entre áreas de servicio de cada compañía de bomberos, la red antigua tiene un área de servicio parcial de 37.43 Km² y 149.03 km², respectivamente en 8 minutos y 15 minutos. En ese contexto la propuesta de la red regional de compañías de bomberos tendría un área de servicio parcial de 47.47 km² y 202.16 km², respectivamente en 8 y 15 minutos. El porcentaje de crecimiento del área de servicio parcial en 8 minutos de 26.82% y en 15 minutos de 35.65%. (Véase Figura 36)

Figura 36. Análisis Comparativo de Áreas de Servicio Parciales



Fuente: Elaboración Propia

Respecto a las áreas de servicio totales, sin considerar el % de área de traslape entre áreas de servicio de las compañías de bomberos, la red antigua tiene un alcance de área de servicio total de 78.95 km² logrando cubrir en la Región Callao un área de 60.29 km² siendo el 43% de la región. Por su parte, la propuesta de la red regional de compañías de bomberos tiene un alcance de área de servicio de 97.22 km² logrando cubrir en la Región Callao un área de 77.16 km² siendo el 54% de la región.

Expresado en tasa de crecimiento, se entiende que el área cubierta por la propuesta de la nueva Red Regional de compañías de bomberos es de 0.46, siendo este un indicativo de la mejora tanto en servicio como en área cubierta. (Véase Cuadro 41)

Cuadro 41. Análisis de Áreas de Servicio Totales

ITEM	TIPO DE RED	AREA_KM2	EXTENSION (KM2)	AREA CUBIERTA	AREA NO CUBIERTA	% DE AREA CUBIERTA
1	RED ANTIGUA	78.96	141.59	60.29	81.30	43%
2	PROPUESTA DE RED REGIONAL	97.22		77.16	64.43	54%

Fuente: Elaboración Propia

5.2. Discusión de Hipótesis

5.2.1. Hipótesis General

Hipótesis General: Mediante la aplicación de los modelos de localización – asignación y evaluación multicriterio se puede realizar la localización de nuevas instalaciones para las compañías de bomberos en los distritos de Bellavista, Callao Cercado, Carmen de la Legua, La Perla, La Punta, Ventanilla y Mi Perú.

La formulación de una propuesta metodológica para realizar la localización de nuevas instalaciones para la actual red de compañías de bomberos tuvo como resultado la propuesta de la red regional de compañías de bomberos de la Región Callao, que considera el enfoque estratégico, espacial y urbano en todas las ubicaciones de sus compañías de bomberos, que expresado en términos de áreas de servicio se observa un crecimiento de 26.82% y 35.65% para el área de servicio de 8 minutos y 15 minutos, respectivamente. Por lo tanto, se puede decir que la aplicación de los modelos de localización – asignación y la evaluación multicriterio contribuyen positivamente en la localización de instalaciones aptas para las compañías de bomberos de la Región Callao.

5.2.2. Hipótesis Específicas

Hipótesis Específica 1: El establecimiento de los criterios de evaluación aporta positivamente en la selección de las áreas candidatas más aptas para compañías de bomberos.

El establecimiento de los criterios de evaluación dio como resultado 09 criterios de evaluación para la selección de las áreas candidatas más aptas para compañías de bomberos, los cuales consideran las áreas de cobertura de respuesta o áreas de servicio, zonas críticas de emergencias urbanas, accesibilidad, urbanismo, riesgo por fenómenos naturales, zonificación urbana, etc. Por lo tanto, el establecimiento de los criterios de evaluación si aporta positivamente en la selección de las áreas candidatas más aptas para compañías de bomberos.

Hipótesis Específica 2: La aplicación de los modelos de localización y asignación y la evaluación multicriterio aporta de manera positiva en la identificación de las áreas candidatas más aptas para compañías de bomberos.

La aplicación de los modelos de localización y asignación y la evaluación multicriterio dio como resultado la identificación de 14 áreas candidatas más aptas para compañías de bomberos, estas áreas candidatas expresaban las mejores ubicaciones en términos de áreas de cobertura de respuesta o áreas de servicio, zonas críticas de emergencias urbanas, accesibilidad, urbanismo, riesgo por fenómenos naturales y zonificación urbana. Por lo tanto, los criterios de evaluación si aportan de manera positiva en la identificación de las áreas candidatas más aptas para compañías de bomberos.

Hipótesis Específica 3: Los resultados de la aplicación de los modelos de localización y asignación y la evaluación multicriterio aportan favorablemente en el diseño de la propuesta de red regional de compañías de bomberos.

Los resultados de la aplicación de los modelos de localización y asignación y la evaluación multicriterio dieron como resultado la propuesta de la red regional de compañías de bomberos constituida por 16 compañías de bomberos, de las cuales 8 áreas son resultados de la aplicación de los modelos de localización y asignación y la evaluación multicriterio y las 8 áreas restantes corresponden a compañías de bomberos de la red actual. Por lo tanto, los resultados de la aplicación de los modelos de localización y asignación si aportan favorablemente en el diseño de la propuesta de red regional de compañías de bomberos.

5.3. Discusión de Resultados

En la actualidad, el Perú no cuenta con una normativa, ni metodología, ni tampoco experiencias anteriores de la aplicación de los modelos de localización y asignación y la evaluación multicriterio para la localización de instalaciones más aptas para compañías de bomberos. Por ello, no existen experiencias similares de la aplicación de esta metodología en el Perú, sin embargo, la propuesta metodológica utilizada en esta investigación, aplica los modelos de localización y asignación, la evaluación multicriterio y considera lineamientos internacionales establecidos por la NFPA para la instalación de compañías de bomberos, logrando resultados acertados en la localización de nuevas instalaciones de compañías de bomberos, estableciendo una nueva red de 16 compañías de bomberos, las cuales poseen ubicaciones estratégicas que consideran parámetros de la organización del territorio, tales como la cercanía a hidrantes de agua, la cercanía a vías de acceso rápido, etc.

Asimismo, la propuesta de la red regional de compañías de bomberos tiene una mayor extensión de área de servicio a nivel regional, disminuyendo el área de traslape entre áreas de servicios de cada compañía de bomberos en el Callao, mejorando así la eficiencia de su servicio, lo que coadyuva a una mejor atención de la población en situaciones de emergencia, de acuerdo con el grado en el cual se presenta la misma.

CONCLUSIONES

- La aplicación de los modelos de localización - asignación y la evaluación multicriterio son fundamentales para la localización de nuevas instalaciones aptas para compañías de bomberos en el ámbito de la Región Callao. Resultando, la selección de 8 áreas candidatas más aptas para el establecimiento de compañías de bomberos de la propuesta de la red regional de compañías de bomberos.
- La propuesta de la Red Regional de Compañías de Bomberos de la Región Callao está conformada por 16 compañías de bomberos ubicadas estratégicamente, resultado aplicación de los modelos de localización - asignación y la evaluación multicriterio de los 8 criterios de evaluación propuestos en esta investigación. Estos criterios fueron considerados por la problemática regional del Callao y la gestión de emergencias del Cuerpo General de Bomberos del Perú. Los criterios de evaluación utilizados son la delimitación de áreas de servicio y zonas críticas de emergencias urbanas, la accesibilidad a vías de acceso, la cercanía a centros de salud e hidrantes de agua, la distribución y extensión de los bienes estatales del Gobierno Regional del Callao, la zonificación de áreas inundadas por impacto de ola de tsunami y la clasificación de los tipos de uso actual de suelos en la Provincia Constitucional del Callao.

- En términos de áreas de servicio existen 3 puntos importantes de comparación entre la red actual de compañías de bomberos y la propuesta de la red regional de compañías de bomberos de la Región Callao. A continuación, se detallan:
 - El área de servicio de la propuesta de la red regional de compañías de bomberos posee una mayor área de servicio en comparación a la actual red de compañías de bomberos, superada en un 11%.
 - La cantidad de compañías de bomberos que conforman la propuesta de la red regional de compañías de bomberos supera en 4 compañías más a la actual red de compañías de bomberos, teniendo un total de 16 compañías de bomberos.
 - Las áreas de servicio de la propuesta de la red regional de compañías de bomberos presentan un crecimiento de área de servicio parcial en 8 minutos de 26.82% y en 15 minutos de 35.65%, en comparación a la actual red de compañías de bomberos, debido a que la ubicación de las compañías se encuentra mejor distribuida que la actual red de compañías de bomberos.
- Respecto a las limitaciones identificadas en el desarrollo de esta investigación, concluimos que es importante considerar nuevas metodologías de captura de información en campo para aquellas variables que no se encuentren registradas adecuadamente por los gobiernos locales y regionales, y así los resultados de la investigación sean los más aproximados a la realidad.
- Finalmente, esta investigación desarrolla una propuesta metodológica que utiliza la aplicación de los modelos de localización y asignación, utilizada en resolver problemas de geomarketing, y la evaluación multicriterio para la localización de instalaciones más aptas para el establecimiento de compañías de bomberos. La

integración de estas dos metodologías permite el análisis de la problemática geográfica de la actual red de compañías de bomberos en la Región Callao, identificando su relación con la distribución de emergencias urbanas y su entorno geográfico. Por tanto, esta propuesta metodológica aporta lo necesario para la localización de nuevas instalaciones para compañías de bomberos, contribuyendo a una mejor atención de las emergencias urbanas, lo cual significa una mejor calidad de vida y seguridad para los pobladores de la Provincia Constitucional del Callao.

RECOMENDACIONES

A fin de contar con una mayor seguridad ciudadana respecto al tema relacionado a la atención de situaciones de emergencia y resultado de la presente investigación, se brindan las siguientes recomendaciones:

- Incrementar el uso de los sistemas de información geográfica en los ámbitos territoriales urbanos, debido a que su gran densidad poblacional requiere de un análisis de información desde un enfoque integral, que pueda resolver problemas como la deficiencia de los servicios públicos existentes.
- Promover el fortalecimiento de las relaciones de la comunidad universitaria e instituciones públicas que brinden servicios públicos, como la atención de emergencias urbanas, emergencias médicas, seguridad ciudadana, recolección de residuos sólidos, etc. Con la finalidad de intercambiar información que sirva como fuente para la realización de estudios competentes que ayuden y aporten a una gestión municipal, contribuyendo a una mejor toma de decisiones de parte de las autoridades correspondientes.
- Promover la planificación en los servicios públicos de atención a emergencias urbanas, con la elaboración de programas, planes y proyectos orientados a la gestión del riesgo por incendios. Un ejemplo, es la elaboración de un plan de cobertura de riesgos por incendios, a nivel del gobierno local y regional, dicho

plan debe realizar un análisis del riesgo y una evaluación territorial integral, con el fin establecer y lograr un óptimo nivel en medidas para la prevención y respuesta contra incendios en zonas urbanas.

- Fortalecer la gestión de riesgos distrital y regional, con la elaboración de instrumentos técnico-administrativos de gestión, la formulación proyectos de inversión pública y con la actualización continua del inventario logístico de los recursos destinados a la atención de emergencias urbanas. El inventario logístico distrital y regional debe contener la relación de recursos humanos, equipamiento automotriz, recursos de abastecimiento, disponibilidad de hidrantes de agua, bienes de ayuda humanitaria, etc.
- Establecer una clasificación de riesgo por incendios oficial, considerando las experiencias empíricas de las compañías de bomberos, la evaluación del riesgo distrital y regional, el mapa de puntos críticos, etc. A fin de obtener una adecuada y objetiva toma de decisiones durante el proceso de la atención de la emergencia urbana, considerando el grado de dificultad de atención la emergencia urbana.
- Fomentar la elaboración de una propuesta de ley de seguridad pública contra incendios urbanos, con la finalidad de determinar y orientar la planificación distrital y regional y el aseguramiento de la comunidad frente al riesgo por incendios urbanos u otros riesgos de desastres, que pueden requerir el uso de los mismos recursos para su atención.
- Finalmente, recomendamos a los gobiernos locales y regionales continuar con los programas de capacitaciones en la temática de la que hacer ante una situación de emergencia o desastre, con la finalidad que la población se encuentre

preparada y organizada y sepa cómo reaccionar de manera adecuada frente a dichas circunstancias.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

Arlington County Fire Department. (2012). Population Growth, Risk Assessment and Fire Station Location Study – Final Report Virginia. Virginia, EE. UU.

Brigadier CBP Julio César Coz Vargas. (2009). Historia del Cuerpo de Bomberos Voluntarios del Perú – Al cierre del Milenio 1860 – 2000. Lima, Perú: Cuerpo General de Bomberos Voluntarios del Perú.

Diario Digital Crónica Viva. (2015). Región Callao inaugura estación de bomberos en Ventanilla. 7 de junio del 2015, de Diario Digital Crónica Viva Sitio web: <http://www.cronicaviva.com.pe/region-callao-inaugura-estacion-de-bomberos-en-ventanilla/>

Diario El Comercio. (2015). Lima tiene la mitad de las estaciones de bomberos que necesita. 6 de mayo del 2015, de Diario El Comercio Sitio web: <http://elcomercio.pe/sociedad/lima/lima-tiene-mitad-estaciones-bomberos-que-necesita-noticia-1809198>

Dirección Nacional Técnica de Demarcación Territorial (DNDT). (2006). Diagnóstico para el Saneamiento y Determinación de Límites Territoriales en la Provincia Constitucional del Callao. Callao, Perú: Presidencia de Consejo de Ministros.

Dirección Regional de Salud del Callao (DIRESA). (2013). Análisis de Situación de Salud. Callao, Perú: Gobierno Regional del Callao.

Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI). (2008). Perfil Sociodemográfico de la provincia Constitucional del Callao. Lima, Perú: Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI).

Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI). (2016). Crecimiento Económico, Población, Características Sociales y Seguridad Ciudadana en la Provincia Constitucional del Callao. Lima, Perú: Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI).

Javier Gutiérrez Puebla & Michael Gould. (1994). SIG – Sistemas de Información Geográfica. Madrid, España: Editorial Síntesis.

Joaquín Bosque Sendra y Antonio Moreno Jiménez. (2011). Sistemas de Información Geográfica y Localización Óptima de Instalaciones y Equipamientos 2º Edición revisada y ampliada. España: Editorial RA-MA.

John Wiley & Sons Ltd. (2005). Geographical Information Systems and Science – Second Edition. England: Editorial Abridged.

Karen K. Kemp. (2008). Encyclopedia of Geographic Information Science. California, EE.UU.: Environmental Systems Research Institute (ESRI).

Lincoln Fire and Rescue Department. (2012). Station Optimization Study. Nebraska, EE.UU. Nebraska, EE.UU.

Michael Zeiler. (1999). Modeling Our World – The ESRI Guide to Geodatabase Design.

California, EE. UU.: Environmental Systems Research Institute (ESRI).

MMM Group. (2009). Township of Uxbridge - Fire Station Location Study. Ontario,

Canada. Ontario, Canada.

Municipalidad Provincial del Callao. (2010). Plan de Desarrollo Urbano de la Provincia

Constitucional del Callao 2011 – 2022. Callao, Perú: Municipalidad Provincial del

Callao.

Rolf A. de By. (2001). Principles of Geographic Information Systems – An introductory

textbook. Netherlands: Editorial ITC.

Ville de Québec. (2014). Rapport D'Activités – Agglomération de Québec 2013. Québec,

Canada.

Ville de Québec. (2017). Schéma de Couverture de Risques en Incendie 2012 – 2017.

Québec, Canada.

Wilmington Fire Department. (2012). Geographic Information System (GIS) Fire

Suppression and Emergency Medical Services Response Capabilities Analysis.

Delaware, EE. UU.

ANEXOS

ANEXO DE MAPAS

Mapa 1. Ubicación de la Provincia Constitucional del Callao

Mapa 2. Zonificación Urbana del Distrito de Callao Cercado

Mapa 3. Zonificación Urbana del Distrito de Bellavista

Mapa 4. Zonificación Urbana del Distrito de Carmen de la Legua

Mapa 5. Zonificación Urbana del Distrito de La Perla

Mapa 6. Zonificación Urbana del Distrito de La Punta

Mapa 7. Zonificación Urbana del Distrito de Ventanilla

Mapa 8. Distribución de Redes y Microredes de Salud del Callao

Mapa 9. Ubicación de los Establecimientos de Salud del Callao

Mapa 10. Ubicación de las Compañías de Bomberos del Callao

Mapa 11. Sistema Vial Provincial del Callao

Mapa 12. Sistema Regional de Redes Viales

Mapa 13. Áreas de Servicio de las Compañías de Bomberos para 8 Minutos

Mapa 14. Áreas de Servicio de las Compañías de Bomberos para 15 Minutos

Mapa 15. Áreas de Servicio de las Compañías de Bomberos para 8 y 15 Minutos

Mapa 16. Distribución de Emergencias Atendidas – Año 2015

Mapa 17. Distribución de Emergencias Atendidas – Año 2016

Mapa 18. Distribución de Emergencias Atendidas – Año 2017

Mapa 19. Distribución de Emergencias Atendidas – Resumen Total

Mapa 20. Análisis de Proximidad de Emergencias Urbanas

Mapa 21. Análisis de Puntos Críticos

Mapa 22. Zonas Críticas de Emergencias Urbanas

Mapa 23. Ubicación de Lugares Candidatos

Mapa 24. Modelo de Localización y Asignación: Máxima Cobertura

Mapa 25. Modelo de Localización y Asignación: Máxima Asistencia

Mapa 26. Propuesta de la Red Regional de Compañías de Bomberos en la Provincia Constitucional del Callao

Mapa 27. Mapa de Nuevas Áreas de Servicio para 8 min y 15 min

